

UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA

ÁREA DE INGENIERÍA DE ORGANIZACIÓN



Ingeniería Industrial

PROYECTO FIN DE CARRERA

**Implementación de unas gafas inteligentes en un
almacén del sector textil**

Autor: Alberto Álvarez Pastor

Tutor: Miguel Gutiérrez Fernández

Octubre, 2015

Agradecimientos

Lo primero de todo, me gustaría agradecer a everis la oportunidad brindada. Con su programa de becas he podido realizar un proyecto que implica recursos tecnológicos en las instalaciones de un cliente real. Agradecer a Luis Ramos y a Javier Aguado la iniciativa y animarles a que sigan con ella.

Agradecer también todo el apoyo a mis dos tutores, Miguel Gutiérrez y Javier Barneo, que han sabido orientar y dar forma al proyecto desde el comienzo. También quiero acordarme de Jesús Garcés que sin su conocimiento en web Dynpro nada hubiera sido lo mismo.

A los responsables de TEXTIL, S.A, que me han proporcionado la información necesaria y han dispuesto sus instalaciones para el proyecto en todo momento. También me han permitido que les “robe” a sus trabajadores para el proceso de experimentación. Gracias Mónica, Ismael y Alicia.

A mi familia, que es el pilar más importante en mi vida, que gracias a ellos he podido estudiar y dedicarme a lo que quiero.

A mis amigos y compañeros de universidad por estar ahí siempre, sabiendo apoyar en los duros momentos y acompañando en los buenos.

Y por último a mis compañeros de beca. En estos seis meses hemos compartido numerosas experiencias que nos han servido para forjar una amistad que espero que perdurará en los años.

Gracias a todos.



Resumen

El presente proyecto de fin de carrera se centra en la implementación de unas gafas inteligentes en un almacén del sector textil. El modelo de gafas utilizado ha sido las Vuzix M100. Este proyecto se ha realizado durante un periodo de beca de seis meses en la consultora everis.

Esta nueva tecnología se ha aplicado en el proceso de picking de la empresa textil obteniéndose unos resultados interesantes de cara al futuro como tecnología sustitutiva a los actuales dispositivos de radiofrecuencia. Para poder considerar como alternativa al Smart Pick o picking realizado con unas gafas inteligentes ha sido necesario realizar una previa labor de campo, donde se ha estudiado y analizado tanto el proceso involucrado como el funcionamiento de la tecnología actual.

Conocer el alcance de esta tecnología ha requerido un periodo previo de formación e investigación, aprendiendo las funcionalidades del dispositivo y las tecnologías con las que es compatible.

Una vez descubierta e integrada una solución tecnológica compatible con el dispositivo, se ha realizado un prototipo capaz de completar el proceso de picking de un pedido real. Este prototipo ha sido entregado a una operaria del almacén con el que ha podido realizar un simulacro de un pedido real.

El análisis del experimento permite conocer el ahorro en tiempos de realización del proceso de picking junto a la mejora de la ergonomía del operario. Estas mejoras hacen de esta tecnología una interesante apuesta de futuro



Abstract

The aim of this thesis is the implementation of smart glasses on a textile warehouse. The smart glasses model that has been used in this study is the Vuzix M100. This thesis has been developed during an internship of approximately six months at the consultancy everis.

This new technology has been applied in the process of picking at the company TEXTIL, S.A. Some interesting results have been obtained for the future, as an alternative technology to current radio frequency devices. In order to be able to consider the Smart Pick (or picking done with a smart glasses) as an option it has been necessary to do previous field research, in which the involved process has been studied and understood. In addition, the performance of the current technology has been comprehended.

To understand the scope of this technology, a period of training and research was required, in order to learn the functionality of the device and which technologies are compatible with it.

Once that a technological solution suitable for the device was discovered and integrated, a prototype capable to complete a real order of picking process has been created. This prototype has been delivered to a warehouse worker, with which she has been able to make a simulation of an actual order.

The analysis of this experiment enables to know time savings in the picking process, as well as the improvement of operator's ergonomics. These enhancements make this technology an interesting solution for the future.





Índice

Resumen.....	iii
Abstract	v
Índice	vii
Índice de Figuras	xi
Índice tablas	xv
Capítulo 1 - INTRODUCCIÓN	1
1.1 Antecedentes y motivación.....	1
1.2 Objetivos y metodología	2
1.3 Planificación y presupuesto	4
1.4 Estructura del documento.....	6
Capítulo 2 - DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA Y FUNDAMENTOS TEÓRICOS	9
2.1 everis	9
2.2 Breve introducción de la empresa cliente	10
2.2.1 Layout del almacén	11
2.3 Descripción del proceso objeto del trabajo	14
2.3.1 Procesos logísticos almacén	14
2.3.2 Tipo de pickings	17
2.3.3 Introducción a los procesos logísticos en TEXTIL, S.A.	19
2.3.4 Proceso de recepción y ubicación TEXTIL, S.A.	21
2.3.5 Proceso picking TEXTIL,S.A.	23
2.4 Gafas inteligentes.....	24
2.4.1 Tecnología <i>wearable</i>	25
2.4.2 Historia de las gafas inteligentes.....	26
2.4.3 VUZIX M100.....	33
2.5 Herramientas y técnicas a emplear.....	38
2.5.1 DISPOSITIVO MOTOROLA MC3190R	38
2.5.2 SAP.....	40
2.5.3 ABAP	43



2.5.4 Internet Transaction Server (ITS)	45
2.5.5 WEB DYNPRO	47
2.5.6 ANDROID	50
2.5.7 JSON	53
2.5.8 Máquina Virtual Microsoft Azure.....	54
2.5.9 Agente Usuario.....	55
Capítulo 3 - DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN.....	57
3.1 Análisis inicial	58
3.1.1 Seguimiento picking: Canal Online y canal Depósito.	59
3.1.2 Análisis del proceso actual de picking.....	62
3.1.3 Encuesta trabajadores.....	63
3.1.4 ITS en dispositivos de Radiofrecuencia	67
3.1.5 Resultados del análisis	68
3.2 Diseño funcional.....	70
3.2.1 Secuencia entre ventanas	71
3.2.2 Layout de la interfaz de la solución.....	72
3.3 Diseño técnico	75
3.3.1 Posibles alternativas de arquitectura.....	76
3.3.2 Conexión sin utilizar tecnología SAP	76
3.3.3 Conexión utilizando tecnología propia de SAP	78
Capítulo 4 - IMPLEMENTACIÓN.....	81
4.1 Plan de implementación.....	81
4.2 Desarrollo Web Dynpro.....	84
4.2.1 Componentes Web Dynpro.....	86
4.2.2 Programación de una vista.....	87
4.2.3 Navegación entre plantillas.....	92
4.2.4 Aplicación Web Dynpro.....	96
4.2.5 Crear tabla de pedidos en SAP	101
4.2.6 Asignar tabla a un nodo	105
4.2.7 Leer pedidos según el trabajador que se registre.....	107
4.2.8 Añadir imágenes.....	110
4.2.9 Implementar el Botón Exit	112



4.3 Alternativas durante la implementación	115
4.4 Programación Aplicación Android.....	118
4.4.1 Crear un proyecto Android.....	119
4.4.2 Diseñar el Layout de la app	121
4.4.3 Añadir el método “abrir_navegador”	123
4.4.4 Ejecutar la app en AVD (Android Virtual Device)	125
4.4.5 Extraer la app a un .apk.....	126
4.5 Ejecución de la aplicación en la gafa	127
Capítulo 5 - EXPERIMENTACIÓN.....	133
5.1 Motivaciones previas al experimento	133
5.2 Experimento	135
5.2.1 Formación e impresiones previas al simulacro	137
5.2.2 Pedido colgado RF vs Vuzix M100	140
5.2.3 Pedido doblado RF vs Vuzix M100	149
5.3 Análisis de los resultados	153
5.3.1 Análisis del procedimiento	154
5.3.2 Análisis de tiempos.....	156
Capítulo 6 - CONCLUSIONES Y FUTUROS TRABAJOS	161
6.1 Conclusiones.....	161
6.1.1 Acerca de la consecución de los objetivos	161
6.1.2 Acerca del proceso picking almacén textil	163
6.1.3 Acerca de las Vuzix M100.....	164
6.1.4 Acerca de la Web Dynpro	165
6.1.5 Acerca del análisis, diseño y alternativas	165
6.1.6 Acerca de la implementación.....	167
6.1.7 Acerca del experimento	168
6.1.8 Conclusiones personales	169
6.2 Futuros trabajos	171
Referencias.....	173
ANEXO 1 Encuesta operarios	175



Índice de Figuras

Figura 1.1 Planificación del proyecto	4
Figura 2.1 Layout Planta 1	13
Figura 2.2 Layout Planta 2	13
Figura 2.3 Layout Planta 3	14
Figura 2.4 Check list empresa TEXTIL, S.A.	21
Figura 2.5 Orden Trabajo SAP	23
Figura 2.6 Inventos Steve Mann.....	27
Figura 2.7 Google Glass prohibida en el establecimiento	29
Figura 2.8 Encuesta sobre interés en Google Glass (Braaten, 2014)	30
Figura 2.9 Encuesta precio Google Glass	31
Figura 2.10 Gafa Vuzix M100 (Vuzix, 2014).....	33
Figura 2.11 Sincronización Manager App.....	35
Figura 2.12 Gestor de Archivos del Sistema Vuzix M100	36
Figura 2.13 Barcode Scanner app.....	36
Figura 2.14 Especificaciones Vuzix M100.....	37
Figura 2.15 Dispositivo Motorola MC3190R	39
Figura 2.16 SAP R/3	41
Figura 2.17 Módulo SAP WM (Help SAP, s.f.).....	42
Figura 2.18 Estructura organizativa almacén en SAP WM	43
Figura 2.19 Estructura ITS (Help SAP, s.f.).....	46
Figura 2.20 Arquitectura ITS móvil (SAPWMMOBILE, s.f.)	46
Figura 2.21 Escenarios Web Dynpro	48
Figura 2.22 Model-View-Controller (SCN SAP, s.f.)	50
Figura 2.23 Arquitectura Android. (Vico, 2011)	52
Figura 2.24 xml vs json	53
Figura 2.25 Máquina virtual de sistema.....	55
Figura 3.1 Análisis situación inicial	58
Figura 3.2 Respuesta pregunta 1 encuesta	63
Figura 3.3 Respuesta picking pregunta 1 encuesta.....	64
Figura 3.4 Respuesta preguntas 2 y 3 encuesta	64
Figura 3.5 Respuesta pregunta 4 encuesta	65
Figura 3.6 Respuesta pregunta 5 encuesta	65
Figura 3.7 Respuesta (2) pregunta 5 encuesta.....	66
Figura 3.8 Esquema de la secuencia entre pantallas de la solución	72
Figura 3.9 Interfaz solución: Login	73
Figura 3.10 Interfaz solución: Menú	73
Figura 3.11 Interfaz solución: Artículo	74
Figura 3.12 Interfaz solución: Más información.....	75



Figura 3.13 Sincronización Android App con tablas SAP	77
Figura 3.14 Arquitectura alternativa ITS	78
Figura 3.15 Arquitectura alternativa Web Dynpro ABAP	79
Figura 4.1 Plan de implementación.....	83
Figura 4.2 Acceso a SAP.....	84
Figura 4.3 Menú SAP	85
Figura 4.4 SAP Development Workbench	86
Figura 4.5 Creación de nodos y atributos	87
Figura 4.6 Insertar elementos dentro de una vista	88
Figura 4.7 Context view.....	89
Figura 4.8 Value Input Field.....	89
Figura 4.9 Acción OnEnter.....	90
Figura 4.10 OnActionCheck (1).....	91
Figura 4.11 OnActionCheck (2).....	91
Figura 4.12 OnActionCheck (3).....	92
Figura 4.13 Plantilla 2. Menú	93
Figura 4.14 Outbound Plug	94
Figura 4.15 Inbound Plug	94
Figura 4.16 Acción GOTO	95
Figura 4.17 Enlace de navegación entre ventanas.....	96
Figura 4.18 Crear Aplicación Web Dynpro	97
Figura 4.19 URL web Dynpro.....	97
Figura 4.20 Archivo hosts	98
Figura 4.21 Activar elementos inactivos	99
Figura 4.22 Verificar Aplicación Web Dynpro	99
Figura 4.23 Acceso URL web Dynpro.....	100
Figura 4.24 Transacción se11	102
Figura 4.25 Campos tabla Zpicking.....	103
Figura 4.26 Transacción sm30.....	104
Figura 4.27 Tabla Zpicking rellena.....	105
Figura 4.28 Creación nodo tabla (1)	106
Figura 4.29 Creación nodo tabla (2)	106
Figura 4.30 Asignar nodo tabla al contexto de la vista	107
Figura 4.31 Método WDDOINIT para cargar datos de una tabla (1).....	108
Figura 4.32 Método WDDOINIT para cargar datos de una tabla (2).....	108
Figura 4.33 Método WDDOINIT para cargar datos de una tabla (3a).....	109
Figura 4.34: Método WDDOINIT para cargar datos de una tabla (3b).....	110
Figura 4.35 Crear componente MIMes	110
Figura 4.36 Añadir imagen artículo	111
Figura 4.37 Método goto_fotoarticulo	112
Figura 4.38 Window Outbound Plugs	113
Figura 4.39 Creación de un nuevo componente dentro de una vista.....	113



Figura 4.40 Acción salir de la web Dynpro	114
Figura 4.41 Código Exit_Url.....	115
Figura 4.42 Explorador que no soporta la web Dynpro	116
Figura 4.43 Configuración Google Chrome	117
Figura 4.44 Navegador Dolphin.....	118
Figura 4.45 Fijograma programación Android	119
Figura 4.46 Creación proyecto Android (1)	120
Figura 4.47 Creación proyecto Android (2)	120
Figura 4.49 Directorios proyecto Android.....	121
Figura 4.49 Graphical Layout.....	122
Figura 4.50 Activity main xml	122
Figura 4.51: Cadenas de caracteres	123
Figura 4.52: Asignar método al botón.....	124
Figura 4.53 Método On Click.....	124
Figura 4.54 Android Virtual Device	125
Figura 4.55 Aplicación web Dynpro.....	126
Figura 4.56 Creación de .apk	127
Figura 4.57 Instalación .apk en las Vuzix M100 (1)	128
Figura 4.58 Instalación .apk en las Vuzix M100 (2)	128
Figura 4.59 Instalación .apk en las Vuzix M100 (3)	129
Figura 4.60 Visualización app en Vuzix M100 (1).....	129
Figura 4.61 Visualización app en Vuzix M100 (2).....	130
Figura 4.62 Visualización app en Vuzix M100 (3).....	131
Figura 4.63 Visualización app en Vuzix M100 (4).....	131
Figura 5.1 Secuencia experimentación	135
Figura 5.2 Explorador que soporta la web Dynpro	139
Figura 5.3 Menú trabajador T02	142
Figura 5.4 Orden de trabajo picking.....	143
Figura 5.5 Secuencia picking Vuzix M100 (1)	144
Figura 5.6 Secuencia picking Vuzix M100 (2)	144
Figura 5.7 Secuencia picking Vuzix M100 (3)	145
Figura 5.8 Secuencia picking Vuzix M100 (4)	145
Figura 5.9 Secuencia picking Vuzix M100 (5)	146
Figura 5.10 Secuencia picking Vuzix M100 (6)	146
Figura 5.11 Operaria realizando picking con Vuzix M100.....	147
Figura 5.12 Menú trabajador T01	150
Figura 5.13 Picking doblado Vuzix M100	150
Figura 5.14 Imagen Picking Colgado	152
Figura 5.15 Lectura código de barras.....	157
Figura 5.16 Porcentaje de errores en el picking (LRM Consultoría Logística, 2010).....	158
Figura 5.17 Comparativa tiempos pedido colgado	159
Figura 5.18 Comparativa tiempos pedido doblado.....	159



Figura 5.19 Extracción picking doblado.....	160
---	-----



Índice tablas

Tabla 1-1 Costes asociados al proyecto	5
Tabla 3-1 Distribución tiempos canal depósito.....	60
Tabla 5-1 Tiempos picking colgado	148
Tabla 5-2 Tiempos picking doblado	153





Capítulo 1 - INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes y motivación

Este Proyecto Fin de Carrera surge a raíz de una beca de prácticas en el departamento de Operations & Logistics Management de la empresa everis¹. La beca entra dentro del programa que ofrece esta empresa a alumnos de últimos cursos de licenciaturas/grados para que puedan realizar el proyecto fin de carrera en una empresa. La gran mayoría de estos proyectos se orientan a buscar soluciones tecnológicas innovadoras.

Es el caso del proyecto al que fui asignado y que buscaba explorar las posibilidades que ofrece la implantación de *Smart Glasses* (dispositivo de gafas electrónicas) en un almacén. Desde que en 2012 Google anunció que su nuevo producto iba a ser una gafa inteligente, las famosas Google Glass, ha surgido mucho revuelo alrededor de esta tecnología habiéndose creado numerosas aplicaciones para fomentar su uso en distintos campos. Muchos clientes mostraron interés en ellas por lo que everis se interesó en buscar proyectos donde la utilización de este dispositivo produjera una ventaja competitiva, encontrando que el proceso de picking en un almacén podría ser uno de ellos.

Después de entrar en contacto con diversos clientes que estaban interesados en poner sus almacenes a disposición del proyecto se seleccionó a TEXTIL, S.A², una empresa muy reconocida dentro de sector textil. Con esta alianza everis conseguía llevar al mundo real una tecnología a la que se la vinculaba más con buenos propósitos que hechos. El buen desempeño de este proyecto ayudaría a generar una referencia de la gafa en el mercado y poder expandir esta tecnología a otros proyectos.

Durante toda la realización del proyecto everis puso a disposición del alumno un tutor, que siempre dio soporte para poder solucionar los problemas que iban surgiendo. Junto al tutor se pudo analizar los datos que ofrecía el cliente para buscar las mejores prácticas a la hora de diseñar un prototipo realista de esta novedosa tecnología.

¹ El nombre de everis está registrado con todas sus letras en minúscula.

² Por temas de confidencialidad, se usará TEXTIL, S.A como el nombre de la empresa cliente en lo que resta de proyecto.



1.2 Objetivos y metodología

El principal objetivo de este proyecto es hacer un prototipo de implementación de la tecnología *Smart Glasses* en el almacén de la empresa TEXTIL, S.A y explorar las posibilidades que ofrece la tecnología en el proceso de picking. También se busca que esta tecnología mejore la eficiencia de todos los procesos internos que se dan en un almacén, primordialmente mejorando la productividad del proceso de picking, para que en un horizonte de medio plazo esta solución pueda llegar a integrarse en el mayor número de procesos de la cadena de suministro.

Otros objetivos que se pretenden conseguir son:

- Mejorar la ergonomía de los trabajadores.
- Reducir la tasa de errores durante los procesos.
- Aumentar la seguridad de los propios operarios.

Estos objetivos se deben alcanzar teniendo en cuenta una serie de restricciones:

- Las gafas inteligentes a utilizar son las Vuzix M100.
- Al ser una tecnología novedosa, el SDK (Kit de Desarrollo Software) de Vuzix se encuentra aún en desarrollo, aportando poca ayuda a los nuevos usuarios.
- No pertenecer a la empresa TEXTIL, S.A y trabajar desde las oficinas de everis, supone que haya que introducir una serie de hipótesis.
- El sistema de gestión de almacenes que tienen implantado es SAP Warehouse Management, por lo que hay que sincronizar las gafas para que funcione con este ERP.
- Los directivos de TEXTIL, S.A no quieren que la forma de trabajar cambie drásticamente, puesto que consideran que un cambio brusco puede molestar a los trabajadores.

La metodología de trabajo ha contado con las siguientes cuatro fases:

- a) Una primera fase de **investigación**. En esta fase el principal objetivo es recopilar una cantidad de información sobre los siguientes temas: Logística de almacenes, Tecnología de *Smart Glasses*, Vuzix M100 y competidores, diferentes procesos de picking, SAP WM, lenguaje de programación ABAP, programación en Android, tecnología implementada por los principales competidores del sector textil.
- b) La segunda fase se centra en el **análisis del proceso actual** que se realiza en los almacenes de TEXTIL, S.A. Conocer el layout del almacén y los principales clientes. Entender cómo funciona el día a día de los trabajadores. Cómo está integrado su sistema de gestión de almacenes con los terminales de escáner portátiles y medición



del tiempo que se consume en proceso de picking serán las principales actividades que se harán en esta fase.

- c) A continuación de este análisis de la situación actual se anotarán los requerimientos del cliente y de la tecnología implantar, y en la tercera fase se trabajará en el **diseño** de una interfaz gráfica entre el operario y la gafa que muestra las distintas aplicaciones que ésta ofrecería si se llegase a implantar. También en esta fase se documenta todos los pasos a seguir si se quiere **implantar** el prototipo de la solución propuesta en la gafa
- d) Y por último en la cuarta fase el principal objetivo consiste en llevar a cabo un **experimento que simule el proceso de picking con las gafas Vuzix M100**. Posteriormente habrá un análisis de los resultados del simulacro con el que se obtendrán una serie de indicadores que ayudarán a entender cómo funcionarían las gafas en el almacén y se hará una comparativa con la tecnología que utilizan en la actualidad... Además, se recogerá la opinión de los operarios sobre esta nueva forma de trabajar y con toda esta información se aportarán unas conclusiones sobre el presente y el futuro cercano del uso de las gafas inteligentes dentro de la de cadena de suministro.

1.3 Planificación y presupuesto

El proyecto se ha realizado durante el periodo de beca. La jornada laboral ha sido de 6 horas de lunes a viernes (30 h semanales). Ver Figura 1.1.

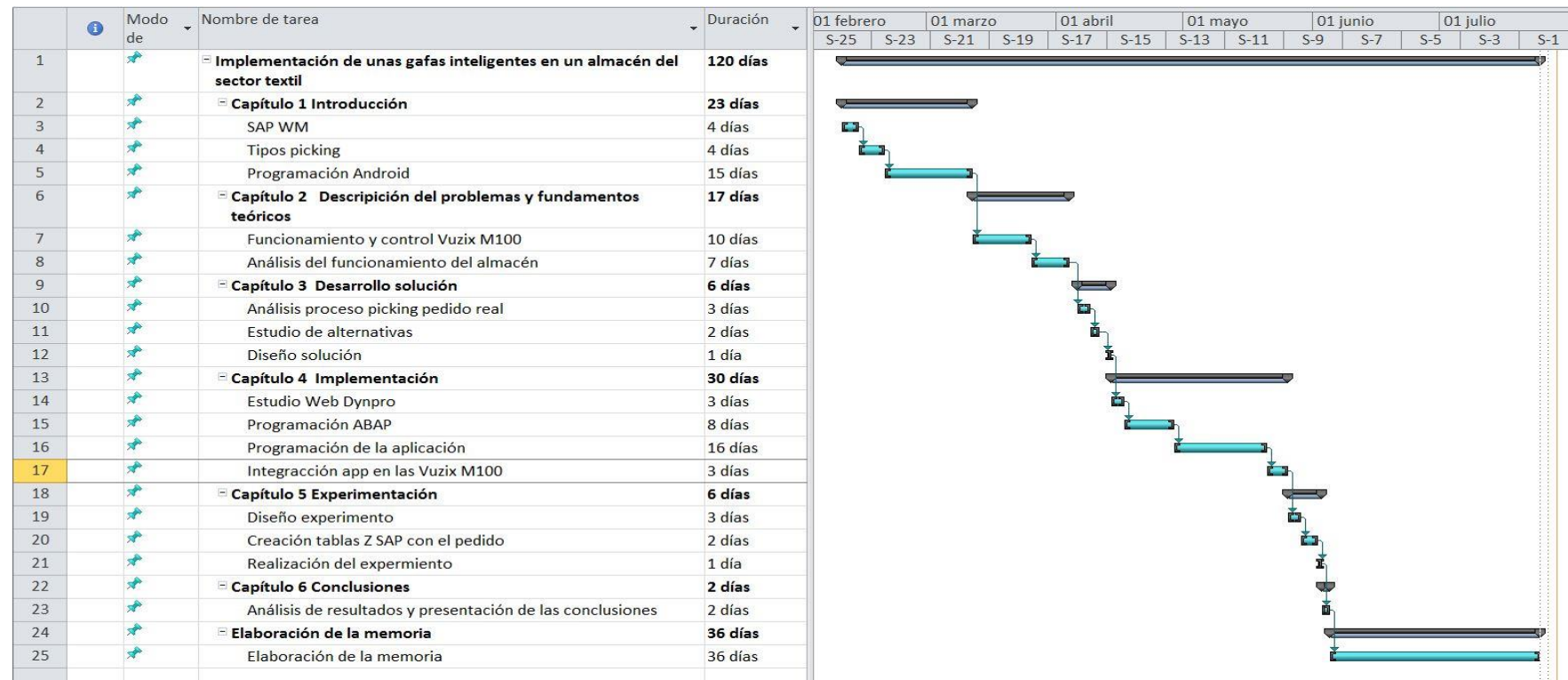


Figura 1.1 Planificación del proyecto



La banda salarial actual para un ingeniero con menos de dos años de experiencia se sitúa en el mercado laboral español alrededor de los 16000-24000 euros brutos anuales. Considerando que el año tiene aproximadamente unas 52 semanas (caso menos restrictivo para hallar los honorarios):

$$\text{Coste Horario} = \frac{[16000; 24000](\text{€ brutos/año})}{52 (\text{semana/año}) * 40 \text{horas/semana}} = [7,692; 11.53] \text{ €/hora}$$

La base de cotización por contingencias comunes a la SS (Seguridad Social) según el Ministerio de empleo y seguridad social es de un 23.6 % sobre el salario bruto del empleado.

El proyecto ha contado con la ayuda de un Project Leader que mensualmente se reunía una hora para dar soporte al proyecto. Por temas de confidencialidad no se especificará con detalle su coste horario, pero tras las base de cotización por contingencias comunes estaría alrededor de 40 €/h.

La duración del proyecto sin considerar la elaboración de la memoria pero si un informe final, rondaría los cinco meses , aproximadamente 600 horas.

Durante el último mes y medio de beca se compatibilizó este proyecto con otro, dedicando media jornada laboral para la redacción de la memoria, aproximadamente se emplearon otras 100h.

La siguiente tabla detalla los costes que han formado parte del proyecto.

Tabla 1-1 Costes asociados al proyecto

Costes asociados al proyecto de duración de 6 meses (700 horas):	
Costes directos	
Salario bruto del empleado	[5384,4; 8071] €/proyecto
Seguridad Social (23.6% del salario bruto)	[1270.7; 1904.7] €/proyecto
Conceptos:	
Renting PC	25 €/mes 150€/proyecto
Licencia Office 2013	22.42 €/mes 134.52€/proyecto
Licencia Usuario SAP Developer	0 € /mes (al ser partner, si no 500€/mes) 0€/proyecto
Máquina Virtual Azure A4 de 8 núcleos y 14GB de RAM	0.54 € /hora (120 h) 64.8€/proyecto
Horas Project Leader	40€/h (6h) 240€/proyecto



Total:	589,32 €/proyecto [7244.42; 10565.1] €/proyecto
Gastos generales (8 % de los directos)	[579.55;845.20] €/proyecto
Coste total	[7824; 11410] €/proyecto
Importe bruto (Margen Beneficio (12 %))	[8763; 12778] €/proyecto
Importe neto (IVA 21% Incl.)	[10603.23;15461.38] €/proyecto

El coste del proyecto en el caso de subcontratación a una consultora se encontraría en la franja entre unos 10605 y 15460 €.

1.4 Estructura del documento

Después de conocer la motivación, el objetivo y la metodología del presente proyecto, para facilitar su lectura y comprensión a quien muestre interés, se procede a explicar la estructura que va a encontrarse.

El proyecto se divide en 5 capítulos, que tratan de lo siguiente:

CAPÍTULO 1 Introducción

En él se define de qué va a tratar el proyecto. Tras empezar por los antecedentes y la motivación para realizar un proyecto de este tipo, se dará paso a explicar qué objetivos se pretenden conseguir cuando el proyecto finalice, y cuál es la metodología empleada para alcanzar las metas propuestas. Además, también se incluye en el primer capítulo una planificación del tiempo empleado desglosada en un diagrama de Gantt junto a una estimación de lo que valdría en términos económicos este proyecto.

CAPÍTULO 2 Descripción del problema y fundamentos teóricos

Comienza con una breve introducción sobre everis y sobre la empresa TEXTIL, S.A y su sector para profundizar en las actividades que se realizan en su almacén. Después habrá un marco teórico sobre tecnologías y herramientas que irán apareciendo a media que se avanza en el desarrollo del proyecto que ayudan a la comprensión de éste.

CAPÍTULO 3 Desarrollo de la solución

Este capítulo es una continuación del anterior. Una vez conocidos los procesos que existen dentro del almacén y con qué tecnología se trabaja, se analizan los puntos de posible mejora y



la forma de integrar la nueva tecnología sin que produzca rechazo por parte de los operarios. La interfaz gráfica de la solución es diseñada en este capítulo, así como el orden que llevará las pantallas. Además, hay una comparativa de las distintas alternativas tecnológicas que podrían implementar la solución y se explica el motivo de la elección de la seleccionada.

CAPÍTULO 4 Implementación

El diseño propuesto en el capítulo anterior ve la luz en este capítulo. Primero se programa la aplicación web Dynpro y se ejecuta desde un ordenador. Posteriormente para que pueda funcionar en la gafa se crea una aplicación Android que es capaz de ejecutar la URL de la web Dynpro. Por último hay que sincronizar ambas aplicaciones con la gafa Vuzix M100 y probar que funciona.

CAPÍTULO 5 Experimentación

Este capítulo se muestra el simulacro de picking realizado en la empresa del cliente. Primero se explica lo que se pretende conseguir con él y las restricciones que se tuvieron que llevar a cabo. Se continúa con una descripción de la prueba y se finaliza el apartado con el análisis de los resultados obtenidos.

CAPÍTULO 6 Conclusiones

Por último, en este capítulo se resumen y se relacionan los principales puntos del proyecto. Los objetivos propuestos en el primer capítulo serán objeto de análisis viendo su grado de cumplimiento. También, se lleva a cabo el planteamiento de futuros trabajos de esta tecnología relacionados con el proyecto. Se terminará con una serie de reflexiones personales del autor.





Capítulo 2 - DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA Y FUNDAMENTOS TEÓRICOS

Tras haber desarrollado la introducción del proyecto —sus antecedentes y motivación, objetivos, metodología y planificación de la investigación—Se procede a la descripción del problema a estudiar.

Primero se hará una breve presentación sobre everis para después hablar de la empresa del cliente. De ella se hablará del sector en que trabaja, del layout de su almacén y de los procesos internos que desarrollan en él. Todo ello desde la confidencialidad que se le ha permitido al alumno.

Por último se muestran las tecnologías y herramientas que han sido utilizadas para la elaboración del proyecto. No todas han sido utilizadas, pero el tener un breve conocimiento sobre ellas ayudará en la comprensión de las futuras ideas que irán apareciendo a medida que se avanza en el proyecto.

2.1 everis

La empresa everis es una consultora multinacional con una red comercial en todo el mundo que proporciona soluciones globales para sistemas críticos en todos los sectores en los que trabaja: banca, aeroespacial, defensa & seguridad, automoción & *manufacturing*, gran consumo, minería, química y farmacología, sanidad & servicios sociales, sector público, seguros, telecom, transporte, transporte aéreo, turismo, *utilities* & energía. La compañía alcanzó una facturación de 691 millones de euros en el último ejercicio fiscal. En la actualidad cuenta con más de 10000 profesionales distribuidos en sus oficinas y centros de alto rendimiento repartidos en 13 países. everis ha sido recientemente adquirida por la multinacional japonesa NTT DATA. Con la unión a este grupo everis pretende convertirse



corto/medio plazo en la empresa líder de soluciones IT en España y Latinoamérica y posicionarse como la tercera potencia en Europa.

Además everis es un socio estratégico de SAP y experto en su tecnología, que ha implementado con éxito para clientes en todos los sectores industriales y en proyectos globales. everis se ha convertido en la forma más directa y ágil de acceder a la última tecnología de SAP.

2.2 Breve introducción de la empresa cliente

TEXTIL, S.A es una reconocida marca dentro del sector textil español. Fundada hace más de 30 años se encarga de la moda femenina, llegando a ser puntera en su segmento de mercado.

Actualmente opera en el mercado nacional e internacional contando con más de 240 puntos de venta, entre tiendas propias, tiendas multimarca, franquicias y corners. Ubicadas en los lugares más concurridos de países como España, China, México, Qatar, Italia...

Una de las claves de su éxito es la de poder anticiparse a la moda, creando su propia tendencia y teniendo la capacidad de hacer rápidas renovaciones de colecciones. Para poder ofertar este servicio hay que tener un sistema ágil que sea capaz de procesar los grandes volúmenes de datos que se poseen para que el proceso de time-to-market de un producto no dure más de 3 semanas.

TEXTIL, S.A interactúa con los consumidores a través de 5 canales de distribución. Se llaman canales de distribución a los distintos lugares donde se consume la producción. Existen 5 canales:

1. Depósito: Tiendas pertenecientes al mismo grupo que la empresa que operan en el mercado nacional.
2. Internacional: Producción destinada al mercado internacional. Puede ser distribuida con la marca del grupo o no.
3. Multimarca: Tiendas que venden esta marca junto con otras que no pertenecen al grupo.
4. B2C: Tienda On-line.
5. Factory: Venta de ropa de otras temporadas. Suelen ser tallas sueltas y se venden a un precio menor que el original.

Para satisfacer la demanda posee varios talleres de fabricación repartidos por el mundo que envían su producción, en formato doblado o colgado; a su centro logístico situado en Madrid.

Éste se encuentra gestionado por unas oficinas que se encuentran en un municipio muy cercano al almacén, en el que se ubican todos los departamentos de la empresa.

2.2.1 Layout del almacén

El almacén de esta empresa se encuentra ubicado en un pequeño municipio al norte de Madrid. Este almacén posee una superficie útil de 2500 m² dividida en tres plantas. Cada planta está encargada de almacenar uno o varios canales. Como se ha comentado anteriormente, los canales difieren entre sí en su lugar de consumo.

Hace 10 años se construyó el almacén y desde entonces ha sufrido varios cambios en su layout. Uno de los más importantes fue la introducción de un sistema de transporte semiautomático para el traslado de las prendas colgadas desde el lugar de recepción hasta su ubicación de almacenaje final. Este sistema de transporte se sigue utilizando en la actualidad.

Como ya se ha visto las prendas pueden llegar al almacén en dos formatos, dobladas y colgadas. Estos distintos formatos hacen que el almacén posea varios sistemas de almacenaje, estanterías de cajas y estanterías de jaulas para las prendas dobladas y un sistema de perchado para las prendas colgadas.

La distribución del almacén es la siguiente:

- **Planta baja o planta 1:** Es la planta más transitada, se divide en las siguientes secciones (Ver Figura 2.1):
 - Zona de recepción y envío (Docking-Points): Hay 4 muelles de carga y descarga. Por norma general el 1-2 se utilizan para la recepción y el 3-4 para la expedición. Inmediatamente después de los muelles de carga/descarga hay un área donde se acumulan las cargas descargadas o las que están a punto de cargarse. Además en este punto se hace el recuento de las cantidades recibidas para darlas de alta en el sistema.
 - Almacenamiento de prendas dobladas para el Canal Internacional: Hay dos pasillos con estanterías que almacenan cajas de este canal. Un pasillo está formado por estanterías a cuatro niveles, a las que se accede a través de carretillas y se almacena cajas de gran volumen sin abrir. El otro pasillo posee estanterías con cajas más pequeñas abiertas donde se realiza el picking de los pedidos internacionales. Este segundo pasillo es mucho más accesible y se puede acceder a él sin necesidad de maquinaria.
 - Almacenamiento de prendas doblada para el Canal Multimarca: Varios pasillos que siguen la estructura de cajas abiertas como el canal internacional.



- Departamento de calidad: Un 10% de las prendas son revisadas por éste en busca de defectos de fabricación.
 - Zona de packing: Donde se unifican los pedidos y se empaquetan.
 - Zona de Cross-Docking: Hay una zona que se dedica especialmente a este tipo de preparación de pedidos.
- **Planta 2:** Esta planta se divide en dos secciones que son (Figura 2.2):
- Nivel 2: En esta parte se encuentra almacenada la ropa colgada de la temporada actual. Hay un pasillo central que divide este nivel en dos, la parte de la izquierda está destinada al canal internacional, y la parte de derecha al canal depósito.
 - Nivel 2B: Este nivel tiene almacenado la ropa doblada del canal On line y depósito. Su estructura son cajas abiertas ubicadas en estanterías de fácil acceso.
- **Planta 3:** Esta planta está destinada a la ropa de temporadas pasadas y ropa defectuosa (Figura 2.3):
- Nivel 3: En este nivel se guarda la ropa con taras, que generalmente se dona a ONGs o mercadillos solidarios y también se encuentra la ropa, colgada del Canal Factory.
 - Nivel 3B: Esta zona de almacenaje está formada por jaulas y se almacena las prendas dobladas del canal Factory.

En este almacén trabajan 22 operarios en tres turnos de trabajo, distribuidos de la siguiente manera:

- 1 Encargado de estrategia
- 4 Responsables del Control de Calidad
- 2 Carretilleros
- 2 Mandos intermedios
- 1 Responsable de operaciones
- Resto de operarios con función flexible

En las siguientes figuras, podemos ver el layout de cada planta:

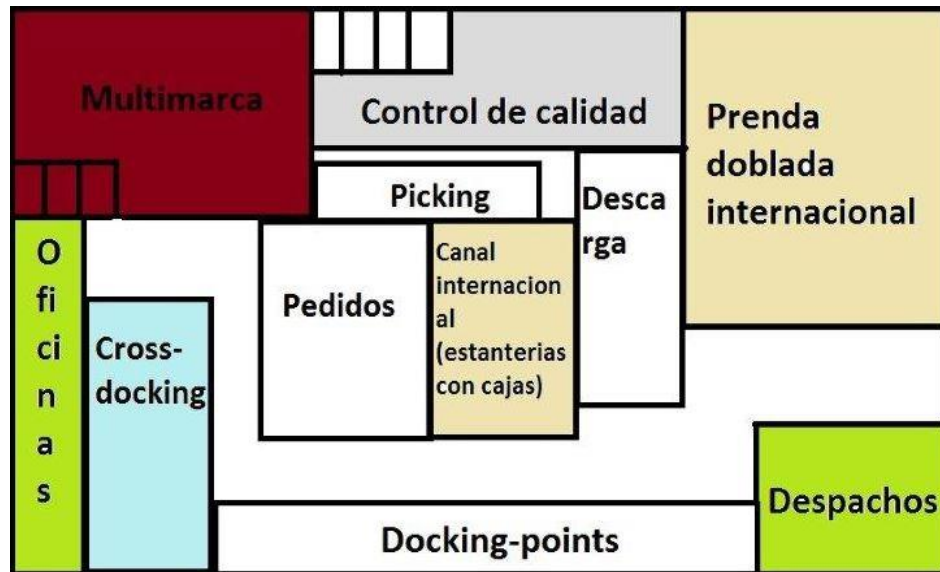


Figura 2.1 Layout Planta 1

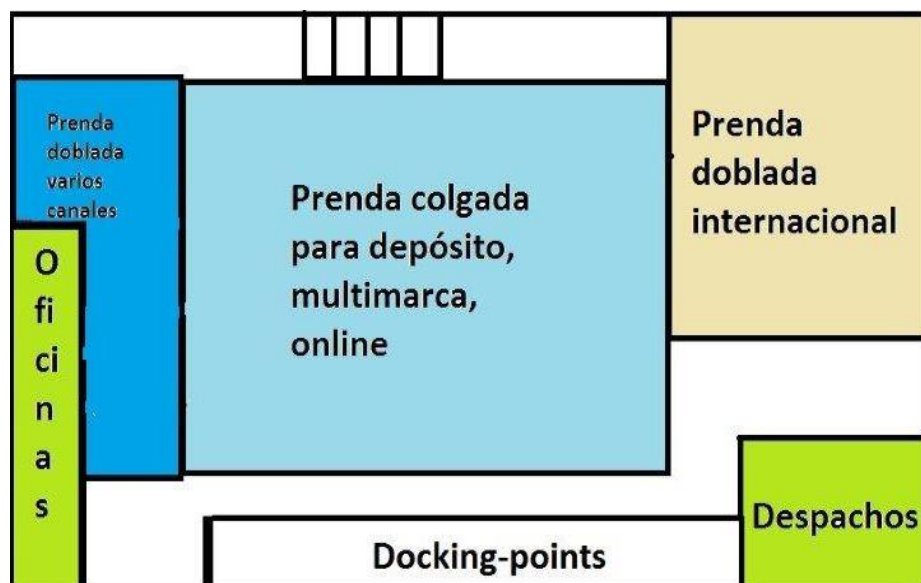


Figura 2.2 Layout Planta 2

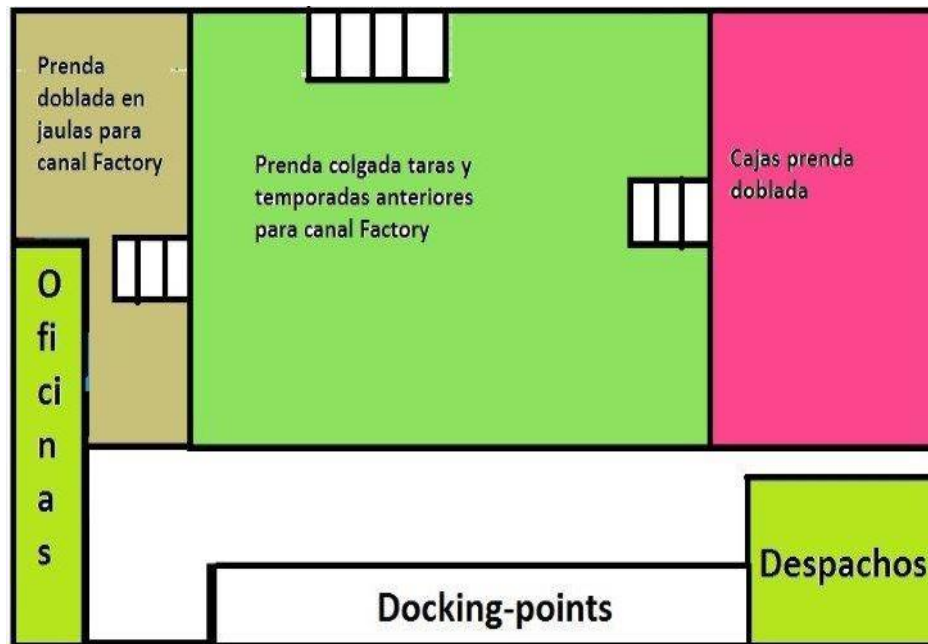


Figura 2.3 Layout Planta 3

2.3 Descripción del proceso objeto del trabajo

Este subapartado comienza con una breve introducción teórica a los procesos logísticos que se dan en un almacén para continuar con una descripción detallada sobre el proceso de picking, las tecnologías que se aplican y sus diferentes metodologías de ejecución.

Tras esta parte se empezará a analizar el proceso objeto del trabajo, con el objetivo de conocer en qué procesos internos del almacén de TEXTIL, S.A. se utiliza la tecnología de radiofrecuencia, para poder estudiar la posibilidad de cambiar esta tecnología por otra más puntera. Para ello se explicará brevemente cómo funciona el proceso de recepción y ubicación, y el proceso de picking, siendo este último explicado más detalladamente.

Al terminar el punto 2.3 el lector debe estar familiarizado con: Quiénes son los encargados de usar los dispositivos de RF, cómo son usados éstos, y también ha de entender cómo funcionan estos procesos donde la tecnología RF es su herramienta principal.

2.3.1 Procesos logísticos almacén

La logística gira en torno a crear valor: valor para clientes, proveedores y accionistas. El valor en logística se expresa fundamentalmente en términos de tiempo y lugar. Los productos no

tienen valor a menos que estén en posesión de los clientes cuando y donde ellos quieren. (Ballou, 2004). Para poder conseguir generar este valor es necesario poseer una red logística que funcione eficientemente, para ello es muy importante el buen desempeño del almacén.

Con el paso de los años el concepto de almacén coge más importancia dentro del fenómeno logístico siendo reconocido como una unidad de servicio y soporte en la estructura funcional de la mayoría de empresas comerciales e industriales con objetivos claros como el resguardo, la custodia, el control y el abastecimiento de materiales y productos.

“La gestión de almacén tiene como función esencial optimizar los flujos físicos que le vienen impuestos del exterior. El almacén sólo controla los flujos internos”. (Roux, 2005)

Para coordinar todos los procesos que se llevan a cabo dentro de un almacén existe lo que se llama la gestión de almacenes, que suelen ser software informáticos. La gestión de almacenes se encarga del proceso de recepción, almacenamiento, movimiento de materias primas, productos semielaborados o terminados hasta el punto de consumo u otro almacén así como el tratamiento de información de los datos generados al respecto. Su objetivo general no es otro que garantizar un suministro continuo de los materiales y medios de producción requeridos para asegurar los servicios de forma interrumpida.

Una buena gestión de almacenes consigue que aumente la rapidez en las entregas sin disminuir la fiabilidad, con el correspondiente ahorro de costes que conlleva. Además se minimizan el número de operaciones de manipulación y transporte y se aumenta el volumen disponible. Estos buenos resultados acaban reflejándose en un aumento de la satisfacción del cliente.

Las principales funciones de un almacén son:

- Recepción de materiales.
- Registro con las entradas y salidas del almacén.
- Almacenamiento de materiales.
- Mantenimiento de materiales y de almacén.
- Despacho de materiales.

Y los procesos logísticos más importantes que se dan dentro de un almacén son:

▪ **Recepción:**

Este proceso conlleva la planificación de las entradas de unidades, su descarga y la verificación de que cumplan los requerimientos que se solicitaron. Una vez que se confirma la recepción se da de alta la información en el sistema.

El proceso de recepción de mercancía debe ser lo más ágil posible y evitar los procesos burocráticos en la medida de lo posible ya que por norma general cuando los almacenes reciben mercancía ésta se deposita en una zona cercana a los muelles de carga ocupando un área considerable del almacén.

▪ **Control de calidad:**

Se suele comprobar si un porcentaje del lote recibido cumple los estándares de calidad que se contrataron. El número de unidades a inspeccionar y la exigencia del control dependen del producto a inspeccionar.

▪ **Ubicación y almacenaje:**

Tras la descarga e identificación y el paso por el control de calidad, los materiales deben pasar a la zona de almacenamiento, que puede ser temporal o definitiva.

Según las características del producto a almacenar se utilizan unos instrumentos de almacenamiento u otros. Las baldas se suelen utilizar para productos ligeros como cajas y las estanterías fijas para guardar pallets. Si el producto es muy delicado, el suelo se suele utilizar como otra variante de almacenamientos. La reciente tendencia de automatizar los almacenes hace que haya cada vez más máquinas como el Paternóster, que es una especie de estantería móvil donde a la hora de extraerlo el producto va al operario y no al revés como suele ser lo habitual.

A parte de las características físicas de los productos a almacenar, los responsables del almacén tienen que tener en cuenta la tasa de rotación de los productos. Para ello se utiliza el Análisis ABC, que está basado en el principio 80-20 de Pareto. Así se clasificarán los productos según su importancia. En relación a este análisis, habrá que almacenar los productos más cerca del área de expedición si su tasa de rotación es alta o almacenar los productos en zonas muy seguras si su valor lo requiere.

También habrá que tener en cuenta que estrategia de almacenamiento se va utilizar para decidir los instrumentos de ubicación. Las estrategias de almacenamiento más habituales son:

- Last In – First Out (LIFO): la última mercancía que entra en almacén, es la primera que sale para expedición. Esta modalidad es frecuentemente utilizada en productos frescos.
- First In – First Out (FIFO): la primera mercancía que entra en almacén, es la primera que es sacada de almacén. Es la modalidad más utilizada para evitar las obsolescencias

- First Expired – First Out (FEFO): el de fecha más próxima de caducidad es el primero en salir.

- **Picking:**

El picking es el proceso de extracción de material de una unidad de empaquetado superior que contiene más unidades que las extraídas. Si se extraen productos unitarios se denomina picking, pero si lo que se extraen son contenedores, cajas se denomina packing.

El picking es un proceso fundamental en la preparación y de su eficiencia se ve afectada la productividad de la *Supply Chain*, ya que en muchos casos es uno de sus cuellos de botella.

- **Embalaje y envío:**

Una vez realizado el picking del pedido se procede a su embalaje para su posterior envío. Habrá que tener en cuenta las especificaciones del cliente porque puede ser necesario un etiquetado o un acondicionamiento especial según el producto a enviar, las condiciones del transporte o del destino.

Una vez que sale el pedido del almacén se procede a dar de baja las unidades expedidas del registro de inventario del almacén.

2.3.2 Tipo de pickings

Según (Mauleón, 2003) el picking o preparación de pedidos es la actividad que desarrolla dentro del almacén un equipo de personal para preparar los pedidos de los clientes. Incluye el conjunto de operaciones destinadas a extraer y acondicionar los productos demandados por los clientes y que se manifiestan a través de los pedidos.

Podemos dividir el picking en 4 fases:

- Preparativos: todas las tareas que engloban el reparto de la carga de trabajo entre los operarios.
- Recorridos: engloba tanto el desplazamiento a la zona donde se ubican los artículos almacenados como todo el tránsito entre la selección de prendas y el posterior desplazamiento del pedido hasta la zona de empaquetado.
- Extracción: en esta fase se incurren todas las maniobras que hay que hacer para extraer el producto de su zona de almacenaje.

- Verificación del acondicionado: una vez que el pedido se ha terminado se comprueba que es correcto y se procede a realizar las tareas necesarias previas al empaquetado.

Por norma general la mayor parte del tiempo se consume en la fase recorrido.

Hay dos sistemas operativos de picking, en el que el producto va al operario o en el que el operario va al producto. En el primer caso se suele requerir de unas infraestructuras automatizadas.

Pickings en los que es el producto el que se desplaza:

Estanterías dinámicas, paternóster, carrusel y transelevador son estructuras en las que el producto va al operario. Interesa instalarlas si los pedidos suelen ser de productos pequeños o cajas completas. Con estos sistemas se ahorra en desplazamiento de operarios, algo fundamental en proceso de picking, porque por normal general es la fase que más tiempo se consume.

Pickings en los que el operario se desplaza:

- **Picking por radiofrecuencia:** es el más habitual dentro de las empresas aunque cada vez se usa menos. Los dispositivos de radiofrecuencia (RF) reciben las órdenes de un ordenador central y las muestran en su pantalla. El operario va leyendo los códigos de barras del pedido con el escáner que tienen estos dispositivos integrado. Para la correcta lectura, el código de barras debe encontrarse en buenas condiciones.
- **Picking por voz:** el operario interactúa con el ordenador central a través de comandos de voz. En general, el sistema le indica a que ubicaciones debe ir y cuando el operario se encuentra en ella confirma su ubicación. El ordenador le revela las unidades a extraer. A base de sentencias de confirmación del estilo correcto o siguiente se va completando el pedido.
Lo novedoso de este sistema es que el usuario trabaja con las dos manos libres, provocando un aumento de su productividad considerable. Los inicios de esta tecnología no son fáciles, ya que el proceso de integración suele dar problemas con algunos comandos de voz, pero una vez integrado es una solución rentable.
- **Picking por luz:** el operario se guía por indicadores luminosos que se encuentran en las ubicaciones. Cuando brilla el indicador quiere decir que hay que extraer unidades de esa ubicación, el número aparece al lado en una pantalla. Esta metodología es interesante en espacios cortos. En general el almacén que tiene instalado esta tecnología se encuentra fragmentado por zonas. Cada operario de picking se encarga de una zona concreta y extrae los artículos que brillen de ésta.
Según numerosos estudios el cerebro procesa antes la información si proviene de estímulos visuales, por lo que este método en almacenes donde hay mucha rotación de artículos y se extraen pocas unidades resulta muy interesante.

- **Picking RFID:** es la metodología más cara de las vistas, ya que suele llevar asociado a una alta automatización de los almacenes. Cada artículo lleva unas etiquetas que se encuentran magnetizadas y emiten una señal de radiofrecuencia que es recibida por unos dispositivos especiales (que llevan incorporados una serie de sensores). Esta tecnología es ideal para el recuento de stocks, ya que estos dispositivos permiten lecturas múltiples. En grandes almacenes es muy útil porque en todo momento se puede describir la trazabilidad que ha llevado una referencia dentro del almacén. Según el radio de emisión hay dos tipos de etiquetas: las pasivas, que emiten en un radio menor de 10 metros, y las activas, que emiten en un radio mayor de 10 metros. Ambas son reutilizables.

Unos de los problemas que tiene esta tecnología es que hay ciertos materiales como los líquidos o metales que producen interferencias durante su lectura. El otro es su precio, pues acaba resultando una metodología muy cara y sólo unas pocas empresas se lo pueden permitir.

Empresas grandes del sector textil (alta rotación y un gran volumen de unidades), donde el nivel de automatización es alto usan esta tecnología.
- **Smart Pick:** Es la tecnología más novedosa. Consiste en realizar el picking usando unas *Smart Glasses*. Esta tecnología mezcla todo lo bueno de las anteriores: escáner móvil, comandos de voz, manos libres, indicadores visuales, conexión WI-FI...

Actualmente hay unos prototipos funcionando en empresas holandesas con resultados muy positivos, el número de errores en el picking se reduce hasta un 60% y la productividad se estimula un 25%.

Muy útil en almacenes donde hay mucha rotación o donde hay alta tecnología de por medio ya que se pueden mandar fotos o vídeos de incidencias. Los operarios al disponer de las dos manos libres aumentan su ergonomía y seguridad, reduciéndose notablemente el número de accidentes.

Los primeros modelos de *Smart Glasses*, a pesar de su primer diseño, están recogiendo buenas impresiones de las empresas que los utilizan. Una vez mejoren sus puntos débiles (mayor tamaño de la pantalla, menor peso de las gafas, más aplicaciones y mejor programadas) de estos modelos y su precio sea más asequible, será la tecnología predominante en todos los almacenes.

2.3.3 Introducción a los procesos logísticos en TEXTIL, S.A.

Tras varias visitas al almacén y reuniones con los responsables de la parte logística, se ha podido observar la dificultad que tiene gestionar un almacén perteneciente al sector textil. El



nuevo concepto de moda implantado en la sociedad hace que la duración de las temporadas sea cada vez menor, incluso dividiendo estas temporadas en mini temporadas. Esta nueva filosofía hace que la caducidad de las prendas en las tiendas se reduzca. El cliente debe sentir las necesidad de comprar en el momento ya que si se espera al día siguiente nadie le puede asegurar que siga habiendo existencias.

Las compañías que quieren seguir esta filosofía deben tener unos elevados niveles de eficiencia logística. Para conseguirlo, Urzelai recomienda reducir la cantidad de stock mantenida en la cadena de suministro para con ello incrementar el índice de rotación del inventario y poder hacer frente a esta continua demanda. (Urzelai, 2006)

Las grandes empresas del sector textil trabajan de esta manera obteniendo unos muy buenos resultados, por lo que el resto de empresas de menor tamaño han tenido que adaptar su producción en función de esta nueva tendencia.

Cada vez la calidad y precio de las diferentes marcas se equipara más, con lo que las empresas están empezando a centrar su estrategia a competir en la logística. En la actualidad nos encontramos ante la era de “Supply Chain Competition” donde las empresas ya no pueden trabajar como entidades autónomas sino que tienen que tener en cuenta a sus clientes y proveedores. (Christopher, 2005)

Unos de los elementos de la *Supply Chain* donde más se compite es en la eficiencia de los almacenes. Éstos no sirven únicamente como medios de almacenamiento para reducir costos y asegurar la disponibilidad, evitando las roturas de stock, sino que hoy en día los almacenes tienen que rozar la excelencia en sus procesos para poder ofrecer los menores time-to-market de los productos y poder adelantarse a la competencia. Para que esto ocurra es necesario que los almacenes funcionen bien, pero sólo con esto no es suficiente, puesto que también tiene que haber un buen equipo de planificación de la demanda y una buena organización de la producción.

Uno de los procesos internos de almacén en los que las empresas cada vez invierten más recursos en mejorarlo, es el proceso de picking. Este es el proceso dentro del almacén que más tiempo suele consumir, por lo que su mejora continua se hace indispensable si se quiere seguir compitiendo en el mercado. Implementación de nuevas técnicas y filosofías de trabajo, integración de tecnología innovadora, automatización, formación de operarios... Estos nuevos propósitos si sólo se aplican en un eslabón de la cadena de suministro serán en vano, puesto que todos los procesos de la cadena de suministro cada vez se encuentran más interrelacionados. No sirve de nada tener las mejores herramientas del mercado para realizar el proceso de picking si no se sabe dónde se ubican los artículos a seleccionar. Por ello se hace impensable que todas las empresas posean un sistema ERP que integre los diferentes departamentos de la empresa entre sí.

2.3.4 Proceso de recepción y ubicación TEXTIL, S.A.

Por norma general antes de recibir un pedido el proveedor envía por correo un “check list” de la entrega. Otros proveedores se lo asignan al transportista y éste se lo entrega a los operarios encargados en la recepción. La siguiente figura muestra un check list de la empresa TEXTIL, S.A. (Véase Figura 2.4).

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	
1	Número S	Pedido	Proveec	Nom Prov	Material	Descripción Materia	Tema	Descripción Ter	Cent	Uds.Pedi	Uds.Rece	Uds.Ent	Uds.Con	Uds.por	% Dif Pei	Empresa	Número E	Bulto	Pale	Incident	Zona de	Fecha Rec
2	20000013338	4500134618	cod1	Prov 1	Referencia	Descrip, Color, Talla	Axx	Marca_Descrip	Refer	155	157	157	433	-276	1	Emp1	369113335	27	1		Cross-D	xx.xx.xxxx
3	20000013338	4500134618	cod1	Prov 1						255	269	269	755	-486	5	Emp1	369113335	27	1		Cross-D	xx.xx.xxxx
4	20000013338	4500134618	cod1	Prov 1						300	305	305	863	-558	2	Emp1	369113335	27	1		Cross-D	xx.xx.xxxx
5	20000013338	4500134618	cod1	Prov 1						211	220	220	610	-390	4	Emp1	369113335	27	1		Cross-D	xx.xx.xxxx
6	20000013338	4500134618	cod1	Prov 1						189	194	194	534	-340	3	Emp1	369113335	27	1		Cross-D	xx.xx.xxxx
7		4500134618								1.110,00	1.145,00	1.145,00										
8	20000013449	4500135155	cod2	Prov2						137	125	0	0	125	-100	Emp2	643333	11	0		Nx-Px-Cx	xx.xx.xxxx
9	20000013449	4500135155	cod2	Prov2						177	166	0	0	166	-100	Emp2	643333	11	0		Nx-Px-Cx	xx.xx.xxxx
10	20000013449	4500135155	cod2	Prov2						199	159	0	0	159	-100	Emp2	643333	11	0		Nx-Px-Cx	xx.xx.xxxx
11	20000013449	4500135155	cod2	Prov2						180	161	0	0	161	-100	Emp2	643333	11	0		Nx-Px-Cx	xx.xx.xxxx
12	20000013449	4500135155	cod2	Prov2						123	123	0	0	123	-100	Emp2	643333	11	0		Nx-Px-Cx	xx.xx.xxxx
13		4500135155								816	794	0										
14	20000013477	4500135358	cod3	Prov3						147	116	116	340	-224	-21	Emp3	369113335	27	1		Cross-D	xx.xx.xxxx
15	20000013477	4500135358	cod3	Prov3						256	232	232	688	-456	-9	Emp3	369113335	27	1		Cross-D	xx.xx.xxxx
16	20000013477	4500135358	cod3	Prov3						305	259	259	769	-510	-15	Emp3	369113335	27	1		Cross-D	xx.xx.xxxx
17	20000013477	4500135358	cod3	Prov3						268	241	241	715	-474	-10	Emp3	369113335	27	1		Cross-D	xx.xx.xxxx
18	20000013477	4500135358	cod3	Prov3						244	192	192	568	-376	-21	Emp3	369113335	27	1		Cross-D	xx.xx.xxxx
19		4500135358								1.220,00	1.040,00	1.040,00										
20	20000013630	4500136084	cod4	Prov4						60	61	0	0	61	-100	Emp4	643280	18	0		Nx-Px-Cx	xx.xx.xxxx
21	20000013630	4500136084	cod4	Prov4						73	69	0	0	69	-100	Emp4	643280	18	0		Nx-Px-Cx	xx.xx.xxxx
22	20000013630	4500136084	cod4	Prov4						96	97	0	0	97	-100	Emp4	643280	18	0		Nx-Px-Cx	xx.xx.xxxx
23	20000013630	4500136084	cod4	Prov4						91	94	0	0	94	-100	Emp4	643280	18	0		Nx-Px-Cx	xx.xx.xxxx
24	20000013630	4500136084	cod4	Prov4						52	49	0	0	49	-100	Emp4	643280	18	0		Nx-Px-Cx	xx.xx.xxxx
25		4500136084								372	370	0										

Figura 2.4 Check list empresa TEXTIL, S.A

El operario lee con el escáner móvil el código de barras de un SKU (referencia+variante) y cuenta manualmente el número de prendas que hay de ese SKU añadiéndolas posteriormente por una transacción de SAP al sistema. La empresa decidió hacer este proceso manual porque al hacer una prueba con el escáner móvil tardaba mucho más tiempo y además la tasa de error de sus operarios haciendo este proceso manualmente es ínfima.

Dentro del sistema se puede comprobar el número de prendas que la empresa compró, el número que el proveedor dice que ha enviado y el número de prendas que han salido tras el recuento con el operario, siendo este último dato con el que va a trabajar el sistema.

Si hay muchas discrepancias entre estos tres recuentos, se entrará más en detalle en las causas pero no es común que esto ocurra.

Una vez que se ha cargado el producto en el sistema, el módulo de SAP WM es capaz de asignarle una ubicación si este producto es nuevo en el almacén o comunica si este producto ya existe donde está ubicado.

Si el producto es nuevo son los propios operarios los que deciden donde ubicarlo.

Los criterios para asignar una ubicación son los siguientes:

- a) Canal de distribución
- b) Disposición de la prenda
- c) Familia de producto
- d) Marca
- e) Color

Parece una incoherencia que teniendo un sistema ERP en el almacén, que es capaz de darnos una ubicación según las especificaciones que le metamos; haya que asignar una ubicación manual. En un principio se trabajaba siguiendo las indicaciones del ERP pero debido a la alta rotación de inventario y a que la moda es un mercado en el que las temporadas son muy cambiantes entre sí, era muy complicado asignar una ubicación fija para cada familia. Por ejemplo, puede ser que en una temporada se vendan muchos pantalones pero en la siguiente la tendencia sea que se vendan más vestidos. La planificación de la producción estará ligada a seguir la tendencia. La superficie de almacenamiento asignada a cada familia de productos es proporcional al tipo de prendas fabricadas, con lo que al comienzo de cada temporada se tienen que cambiar las restricciones del módulo Warehouse Management de SAP. Esta solución resulta demasiado laboriosa para el poco tiempo que va estar implantada, por eso se decidió trabajar de forma manual.

Si al recibir las prendas su disposición es de prenda colgada, el operario las cuelga en el sistema de railes que conecta las plantas entre sí, después configura un indicador, llamado Trollers; para asignar a que planta(1-3) y nivel (A-B) va ese lote de prendas. El sistema de sensores de este almacén semiautomatizado, es capaz de reconocer este indicador y mandar a las prendas a donde se las requiera.

Las prendas que vienen dobladas siguen un procedimiento parecido con la distinción de que el transporte hasta su ubicación se hace manual.

Una vez que las prendas ya están en la zona donde se van a ubicar, los operarios eligen la ubicación exacta, puesto que son ellos los que van a realizar el proceso de picking posterior, eligiendo el lugar con mejor accesibilidad posible de los disponibles dentro de la zona de la misma familia. En este punto, las prendas ya están separadas por marca modelo, color y talla.

Como ya comentamos anteriormente, el layout de las plantas se separa por niveles, pasillos, columnas y filas. El operario para dar de alta la ubicación del producto en el sistema únicamente tiene que leer la etiqueta de la estantería donde se va ubicar el producto. SAP guardará está ubicación para futuras necesidades.

2.3.5 Proceso picking TEXTIL,S.A.

A primera hora el encargado de almacén asigna las tareas de picking a cada operario, se busca una carga equitativa de trabajo, optimizando tiempos (trabajadores para cada nivel, prenda doblada o colgada, distinto canales...). El operario tiene una lista de los procesos de picking a realizar. Cada tarea hace referencia a un pedido. Cuando se termina el pedido, este se libera y pasa a una zona de espera para su posterior packing.

La empresa dispone de 12 dispositivos de escáner móvil Motorola MC3190R. Su coste unitario junto con accesorios es alrededor de 1500€. Éstos dispositivos tienen un número de referencia, para tenerlos controlados.

Cada trabajador suele utilizar el mismo dispositivo móvil por temas de comodidad a la hora del control y análisis de los resultados. Una vez que han cogido su dispositivo se dan de alta con su usuario (SAP) y reciben las órdenes de trabajo, ordenadas por prioridad.

En la orden de trabajo les aparece todos los artículos a seleccionar ordenados de tal manera que el desplazamiento sea el menor posible.

Cuando se selecciona el primer artículo la interfaz del dispositivo de radiofrecuencia muestra lo siguiente (Figura 2.5):

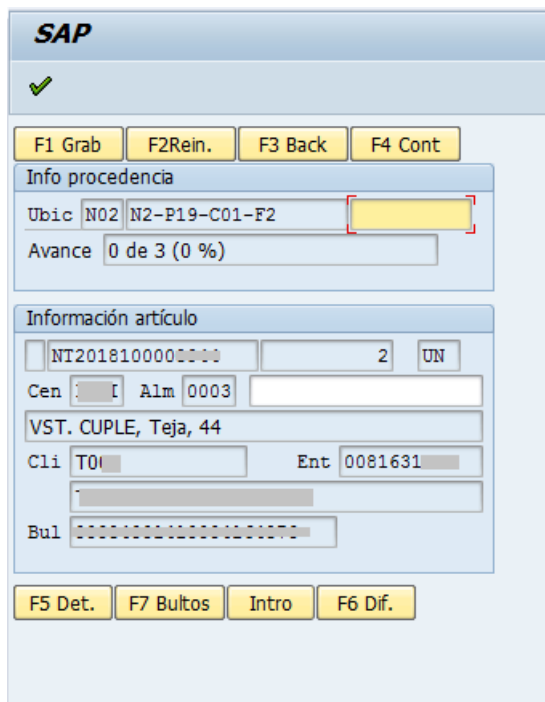


Figura 2.5 Orden Trabajo SAP

- Ubicación de donde se encuentra (tipo de almacén, nivel pasillo, columna y fila)
- El número de artículos que faltan para completar la tarea.
- El tipo de prenda, el color y la talla.
- Las unidades a coger.
- El cliente al que va destinado el pedido
- El nº de referencia del paquete en el que se va a enviar dicho pedido.

El operario funciona de la siguiente manera:

- a) Primero se desplaza a la ubicación, cuando llega a ésta lee con el terminal la etiqueta de ubicación, si ésta no fuera la correcta saltaría un mensaje de error.
- b) Una vez que el sistema confirma que la ubicación es la correcta se procede a coger la cantidad necesaria. En este paso se ha decidido ir leyendo etiquetas con la pistola una por una para evitar errores manuales, tipo distinta talla o color.
- c) Cuando se ha recogido la cantidad necesaria el operario confirma la tarea y se pasa a la siguiente prenda de ese pedido procediendo de la misma forma.
- d) El orden que va siguiendo para avanzar por el pasillo es: derecha, izquierda, abajo y arriba.
- e) Una vez terminado el pedido el sistema pide que se confirme el código del cliente, éste se inserta y el proceso de picking de ese pedido termina.
- f) En el caso de que hubiera rotura de stock el operario tiene la opción de indicar al sistema la cantidad que ha sido retirada de las estanterías y es el propio sistema el que se encarga de asignarlo a un “almacén de diferencias”.
- g) Este proceso se efectúa igual ya sea para prenda doblada o colgada.

Para pedidos que sean mixtos, es decir que posean artículos tanto doblados como colgados; el picking se suele dividir en dos, uno para cada disposición; estas dos tareas las puede realizar el mismo operario u otro distinto. No siempre se trabaja fraccionando el pedido, también se puede hacer seguido. Esta decisión se toma según la cantidad de tiempo que requiera, en general pedidos grandes se suelen fraccionar. Los pedidos fraccionados se juntan en la planta baja justo antes del packing. Cada uno se encuentra en su zona, es el operario de packing el que los junta.

2.4 Gafas inteligentes

Una parte importante de este proyecto está ligado al uso de las Smart Glasses, en concreto el modelo M100 de la compañía Vuzix. Antes de contar las características de estas gafas, se hará un breve inciso en la tecnología “wearable” y porque se cree que va ser el futuro. Después se contará brevemente la historia del proyecto Google Glass, que fue el pionero en el desarrollo

de esta tecnología. Por último, como ya se ha comentado, se hablará sobre el modelo Vuzix M100 y alguna de sus aplicaciones más destacadas.

2.4.1 Tecnología *wearable*

Uno de los retos de la tecnología actual es transformar la mayor parte de dispositivos, en tecnología “wearable”, tecnología que se puede utilizar como si fuera un complemento más a la hora de vestir en el día a día de las personas. El objetivo de esta tecnología es que sea una extensión de uno mismo para que se reduzca el tiempo entre la intención y la acción al menor posible. (Starner, 2013)

Para que este tipo de tecnología tenga éxito debe ser cómoda, accesible económicamente y fácil de usar. Además debe cumplir al menos cinco funciones básicas (Çiçek, 2015):

- Debe poseer una interfaz para visualizar la información.
- Tiene que comunicarse con el usuario.
- A través de sensores o cámaras debe gestionar numerosos datos.
- Es necesario que cuente con un sistema de gestión de energía eficiente, que dote de una cierta autonomía al dispositivo.
- Está formado por al menos un circuito electrónico.

Recientemente Apple ha sacado al mercado su esperado iWatch, ahora se está a la espera de cómo va a ser acogido por los consumidores, si tiene un buen recibimiento el crecimiento de los dispositivos “wearables” sufrirá una aceleración y se extenderá a otros mercados más técnicos aportando nuevas funcionalidades como ya ocurre con las *Smart Glasses*.

Centrándose en las *Smart Glasses*, se ve que son un dispositivo muy parecido a un smartphone diferenciándose de él que puedes acceder a toda la información sin la necesidad de usar las manos y sin tener que perder de vista lo que está ocurriendo alrededor. Esto es posible debido a que las gafas poseen comandos de voz para controlarlas y unos sensores de proximidad para poder manejarlas sin llegar a entrar en contacto con ellas.

Como se ha comentado anteriormente lo que se busca con los *wearables* es que llegue al mayor número de consumidores posibles, aunque todavía queda mucho camino por recorrer. Donde se está empezando a usar y ver numerosas aplicaciones es en sectores donde la tecnología es el motor de su funcionamiento.

Aplicar *Smart Glasses* para mejorar la eficiencia de almacenes, integrar gafas de realidad aumentada en el sector de sanitario como herramienta que ayude a la formación o colaboración de médicos de todo el mundo para que puedan presenciar una operación en directo y aportar su conocimiento. Otro más que probable uso será en el mantenimiento de instalaciones, un técnico viendo el problema que tiene el usuario puede guiarle para que

juntos consigan solucionar la avería. El sector de los videojuegos también va a ser un potencial cliente, haciendo al usuario experimentar unas sensaciones de juego muy cercanas a la realidad. Para cuerpos del estado como bomberos, policías o militares puede ser un complemento de trabajo útil, ya que este dispositivo les posibilita nuevas funcionalidades como mejor sentido de la ubicación al poseer GPS o identificación facial de ciudadanos para no tener que pedir la documentación usando la cámara que posee la gafa, reconstrucción de interiores cuando la visibilidad es mala...

Si hablamos de los smartwatches, aparte de toda la comodidad que resulta mirar a un reloj para enterarse de las notificaciones recibidas también se están desarrollando aplicaciones en las que el reloj sirva como utensilio de pago en los establecimientos evitando ir cargado en sitios como playas con la cartera.

2.4.2 Historia de las gafas inteligentes

Tras realizar una introducción a la tecnología *wearable*, saber dónde se utiliza, y en qué posibles campos esta tecnología puede tener potencial, se procederá a hablar de la historia de las *Smart Glasses*. Esta tecnología ha estado ligada siempre a una empresa Google, que fue la que apostó por este proyecto, a pesar de que en la actualidad no ha conseguido los resultados esperados. Posteriormente aparecieron nuevas empresas como Vuzix, que aprovechando que el proyecto de Google no pasaba un buen momento, irrumpieron en el mercado, ganándose una cuota de clientes y continuaron apostando por este tipo de tecnología hasta nuestros días.

Hay que comentar que antes de la aparición de este proyecto se debe hacer una referencia a **Steve Mann**, un profesor del Departamento de Ingeniería Eléctrica y Computación de la universidad de Toronto, al que se le considera uno de los **padres de la realidad aumentada y de la tecnología *wearable***.

Mann ha estado trabajando en la “Egography” también conocida como la visión en primera persona, que consiste en capturar, procesar, transmitir y mostrar información visual de manera egocéntrica. (Mann, et al., 2014)

Si se fija en la siguiente figura se puede observar cómo los experimentos desarrollados por Mann guardan relación con las *Smart Glasses* de la actualidad. Es posible que los ingenieros de Google estudiaran los inventos desarrollados por el profesor Mann antes de empezar con el suyo.

Steve Mann's "wearable computer" and "reality mediator" inventions of the 1970s have evolved into what looks like ordinary eyeglasses.



Figura 2.6 Inventos Steve Mann

Retomando el proyecto de Google, las siguientes fechas recogen hechos importantes sobre el desarrollo del proyecto y con ello con el desarrollo de la tecnología (Perez, 2014).

▪ Abril 2012

El 4 de Abril de 2012 es una de las fechas marcadas en rojo en el calendario del mundo de la tecnología. Con un post en la red social Google+, el equipo de Google anunciaba **"Project Glass"**, un proyecto de un dispositivo que iba a tener unas funcionalidades parecidas a las de cualquier smartphone pero que la forma con la que interactuaba con el usuario iba a ser totalmente novedosa. La siguiente cita recoge una parte de aquel post.

"Creemos que la tecnología debe trabajar para usted cuando lo necesita y desaparecer de su camino cuando no lo hacen. Un grupo de nosotros comenzó Project Glass para construir este tipo de tecnología, que le ayuda a explorar y compartir su mundo. (...)"

A los pocos días de la publicación del famoso post apareció una foto del fundador de Google que llevaba las gafas puestas. Tras esta primera aparición la campaña de publicidad de este importante proyecto no dejó de crecer. Las siguientes fotos que aparecieron fueron tomadas desde el dispositivo y con el hashtag **#ThroughGlass** aparecen instantáneas en entrevistas en platós, corriendo maratones o andando bajo la lluvia. Con estas fotos el equipo de Glass quería hacer ver a la sociedad, que usando este dispositivo no sólo se podía hacer vida normal sino que además se podía usar la tecnología para sacar el máximo partido a las experiencias vividas.



- **Junio 2012**

Este mes también es muy importante para el proyecto. Durante una conferencia de Google I/O en San Francisco, Sergey Brin hizo una interrupción junto con un grupo de deportistas de riesgo, como *mountain bikers* y paracaidistas, y mostró en vivo lo que veían mientras practicaban su afición. Tras esta espectacular puesta en escena Google empieza a recibir pedidos que no empezaría a entregar hasta el primer semestre de 2013. El primer lote de fabricación constó de **2000 unidades a un precio de \$ 1500**. Anuncios tomando fotos mientras se conduce, corriendo practicando deportes, o grabando desfiles de moda ayudaron a potenciar este invento hasta que el **31 de octubre 2012** la revista Times nombra a Glass uno de los mejores inventos de 2012.

- **Enero 2013**

Google celebra su primer Hackaton en San Francisco. Durante 2 días *Explorers*, personas que iban todo el día con las gafas puestas probándolas, y desarrolladores, se dedicaron a **“Escribir código, probarlo en Glass, y colaborar con otros desarrolladores”**.

- **Febrero 2013**

Google crea un concurso para conocer ideas innovadoras propuestas por los usuarios. Usando el hashtag # **IfiHadGlass** en la red social Twitter o escribiendo en Google+, se interactuaba con los clientes para conocer su opinión sobre el proyecto. Además, las ideas elegidas se premiaban fomentando la participación y el interés del público por el proyecto. Algunas ideas acabaron desembocando en nuevas funcionalidades.

- **Marzo 2013**

Pero no todo es un camino de rosas, pues durante este mes aparecen las primeras restricciones al proyecto. Un estado americano propone un proyecto de ley que prohíbe el uso de Glass mientras se conduce. La ley propuesta consideraba **“delito conducir un vehículo de motor con un ordenador portátil con pantalla montado en la cabeza.”**

También en este mismo mes algunos locales como bares y tiendas prohíben el uso de las Google Glass dentro de sus establecimientos, más adelante saldrán leyes que prohíban el uso de estos dispositivos en cines, teatros y casinos. La siguiente figura muestra el icono que aparecía en estos establecimientos.



Google Glass Is Banned On These Premises

Figura 2.7 Google Glass prohibida en el establecimiento

- **Abril 2013**

En este mes se empiezan a entregar los lotes de los pedidos encargados durante la conferencia de San Francisco de 2012.

- **Mayo 2013**

Aparece la primera actualización de software llamada **XE5**. Esta actualización se centra en mejorar el tiempo de respuesta de las aplicaciones y realizar un reporte de los principales errores que surgían a medida que iban manejando las gafas. Tras esta actualización, en los siguientes meses fueron surgiendo nuevas, como la XE6, cuyo principal objetivo era mejorar todas las aplicaciones que estaban relacionadas con la cámara, o la XE10 que hace que el software esté liberado.

- **Junio 2013**

En el verano de 2013 el proyecto se reafirma y potencia gracias a doctores, periodistas y deportistas de alto rendimiento que usan las Google Glass como herramienta en su ámbito de trabajo.

El **Dr. Rafael Grossman**, es el primer cirujano que utiliza Glass mientras realiza la cirugía para adaptarse a una sonda de alimentación en un paciente. El **21 de junio 2013**, el **Dr. Pedro Guillén**, cirujano de la **Clínica CEMTRO** de Madrid, lleva a cabo una operación de rodilla en un paciente y lo transmite para 150 doctores y expertos de todo el mundo. Siendo la primera operación retransmitida en Streaming vía HO.

La tenista Bethanie Mattek-Sands utiliza Glass para preparar el **torneo de Wimbledon**, convirtiéndose en el primer deportista que incorpora esta tecnología a sus entrenamientos. El **periodista Tim Pool** utiliza Glass (y una cámara de video tradicional) para proporcionar cobertura de las protestas en Estambul.

- **Julio 2013**

El **12 de julio 2013** Google decide cambiar el nombre al Proyecto Glass, a partir de ahora comienza a llamarse **“Google Glass”**, que es el nombre al que más familiarizados estamos.

- **Octubre 2013**

El mundo de la educación también repara en la importancia que está alcanzando este proyecto. Durante ese año escolar empiezan a impartirse en algunas universidades americanas cursos sobre las Google Glass.

- **Marzo 2014**

Durante este mes el proyecto Google Glass da un importante paso para afianzarse en el mercado, ya que se anuncia la asociación con **Luxottica**, un fabricante de gafas que incluye a marcas como **Oakley** o **Ray-Ban**, junto con otras marcas menos conocidas.

La asociación tenía como objetivo crecer en el mercado de las gafas. Ambas empresas colaborarían en el diseño y posteriormente Luxottica se encargaría de realizar la montura y de la distribución entre los puntos de venta y Google seguiría con la parte tecnológica.

- **Julio 2014**

Los resultados obtenidos tras dos años desde la aparición del proyecto de las Google Glass no se correspondían con las expectativas que habían generado, por lo que empezaron a aparecer encuestas que preguntaban a la sociedad por qué no triunfaban estas gafas inteligentes. Una de ellas la realizó Josh Braaten para el blog sobre las Google Glass llamado Glass Almanac. La Figura 2.8 recoge los motivos obtenidos fueron los siguientes:

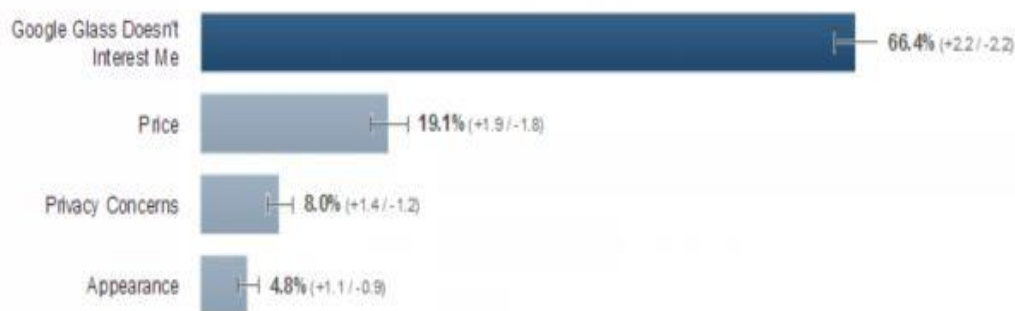


Figura 2.8 Encuesta sobre interés en Google Glass (Braaten, 2014)

Los resultados indican que efectivamente el proyecto Google Glass **no atrae al consumidor**. Este rechazo también está muy ligado a su precio prohibitivo que hace que se pierda interés en él. La mejor manera de generar interés es transmitiendo las experiencias de usuario en usuario pero al tener precios tan altos esto es imposible, puesto que son escasos los usuarios que poseen este dispositivo. Los problemas de privacidad también aparecen como tercer motivo, y por último, la apariencia. En EEUU está muy extendido el término *Glasshole* como despectivo a los usuarios que van por la calle usando las gafas.

Como se ha observado en la encuesta anterior los \$1500 como precio del dispositivo es una causa de rechazo por parte de los usuarios, y más después que expertos tecnológicos dijeran que el precio de los elementos que forman las Google Glass es inferior al de cualquier smartphone de gama alta. Con respecto a estas opiniones de expertos, Google por supuesto las desmintió y comentó que este proyecto había tenido un alto coste de marketing que los primeros dispositivos tenían que asumir.

El blog de ciencia y tecnología Gizmodo hizo una encuesta preguntando a sus usuarios cuánto estarían dispuestos a pagar por las Google Glass (ver Figura 2.9). La encuesta está formada por 1880 respuestas y no debe considerarse definitiva pero si orientativa. Los resultados observados en la siguiente figura dejaron claro que precios **superiores a 400 dólares** conllevarían al fracaso del dispositivo (Méndez, 2014).

¿Cuánto estarías dispuesto a pagar por Google Glass?

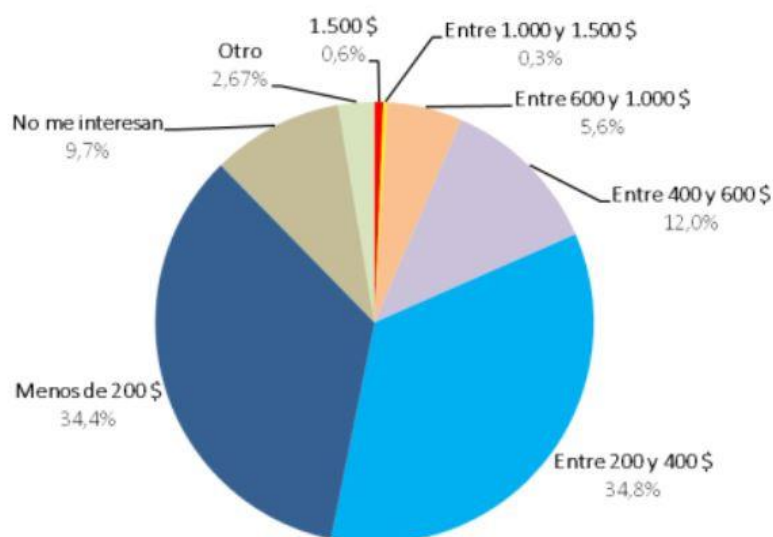


Figura 2.9 Encuesta precio Google Glass

A los problemas comentados anteriormente hay que sumarle que en la segunda mitad de 2014, la competencia empieza a tener un peso importante. Vuzix es su principal competidor. Esta empresa americana experta en soluciones tecnológicas en Diciembre de 2013 presentó su modelo de *Smart Glasses*: las **Vuzix M100**. El objetivo de este dispositivo era funcionar como extensión de un smartphone, pero sin la necesidad de utilizar las manos para manejar las gafas. El precio del dispositivo era de 1000 €, un precio inferior al de las Google Glass, haciendo que empezase a existir una competencia en precios en el mundo de las *Smart Glasses*.

Vuzix enfocó su dispositivo como herramienta tecnológica para las empresas. Así que gracias a colaboraciones con empresas de software como SAP o UbiMax pudo ofrecer soluciones tecnológicas interesantes aplicables en múltiples sectores industriales. Algunas soluciones fueron mantenimiento de equipos o herramienta en procesos logísticos.

Gracias a estos proyectos de innovación, Vuzix empezó a tener una serie de *Partners* que hicieron que durante el año 2014, el modelo de las Vuzix M100 fuera reconocido como una alternativa consistente frente a las Google Glass.

▪ Enero 2015

El pasado 15 de Enero The Wall Street Journal (The Wall Street Journal, 2015) anunció el proyecto de desarrolladores *Glass Explorer* **se cancelaría el 19 de Enero**. Esto no quiere decir que Google abandone el proyecto de las *Google Glass*, sino que con todo lo aprendido por los *Explorers* se creará un proyecto secreto donde los usuarios no tendrán información sobre sus avances hasta que éste no salga al mercado. Se espera que a finales de año salga a la venta el nuevo dispositivo.

Este nuevo proyecto no será únicamente un cambio de software, sino también del dispositivo. Los precios que se barajan son menores que los 1500 dólares de su predecesor, haciendo que sea más accesible para usuarios que vayan a utilizarlo en el ámbito laboral.

Para conseguir que este proyecto cumpla las expectativas que generó cuando Sergey Bin lo mostró al mundo, Google ha hecho una importante reestructuración de su plantilla, el nuevo director del proyecto es Tony Fadell, un antiguo empleado de Apple que fue uno de los creadores del iPod y actualmente se encontraba trabajando para la unidad de termostato de Nest, empresa recientemente adquirida por Google. Su segundo será Ivi Ross, que desde Mayo de 2014 era quien lideraba el proyecto.

Sus principales objetivos serán diseñar un aparato que sea capaz de atraer al gran público y que no sea únicamente visto como una inversión tecnológica de las empresas. Para ello deberán bajar precios, hacer el dispositivo más cómodo, solucionar los problemas de confidencialidad y sobre todo ser mejor que la competencia.

2.4.3 VUZIX M100

Las Vuzix M100 son la apuesta de la empresa americana Vuzix por las *Smart Glasses*. Estas gafas inteligentes funcionan como un dispositivo Android portátil (pronto se podrá usar con SW iOS) y poseen todas las funcionalidades que nos ofrece cualquier smartphone. Con un dispositivo Bluetooth se pueden conectar a cualquier terminal móvil y ser complemento de éste. También tienen integrado un dispositivo Wi-Fi para conectarse a cualquier red inalámbrica.



Figura 2.10 Gafa Vuzix M100 (Vuzix, 2014)

Las características de las Vuzix M100 son las siguientes:

- **Controles:**

Las gafas poseen tres tipos de controles para manejarlas sin necesidad de un dispositivo externo que son:

- **Sensores de gestos:** Adherido a la gafa hay un sensor que detecta movimiento (en los 3 ejes). Si se quiere desplazarse por el menú hacia la izquierda/derecha o arriba/abajo no se tiene nada más que acercar la mano al sensor, que se encuentra en la parte gruesa de la gafa; y hacer los movimientos pertinentes para llegar al destino deseado. También se puede entrar y salir de las aplicaciones acercando o alejando la mano con respecto al sensor.

- Comandos de voz: La gafa tiene adheridos unos comandos de voz que sirven para navegar por la interfaz. Para activar este comando el usuario debe decir “Voice On” y después podrá dar órdenes como “Move Left”, “Move Right”, “Take picture”...

Actualmente se están ampliando el número de librerías que poseen comandos de voz para realizar más operaciones.

- Botones: Si se es más tradicional, la gafa posee cuatro botones como casi cualquier terminal móvil. Tres de estos botones se encuentran en la parte superior, y sirven para desplazarse y entrar o salir de las apps. El de la parte trasera sirve para bloquear el dispositivo o si se le deja pulsado más tiempo para apagarlo.

▪ **Modos de operación:**

Tres modos de operación están disponibles:

- Local: Las aplicaciones se ejecutan desde la propia gafa, usando su procesador y su memoria. Si una aplicación requiere el uso de un teclado, hace por el momento inviable este modo de operación puesto que necesitaría de un dispositivo externo para funcionar.
- HUD: Las aplicaciones se visualizan en la gafa pero se ejecutan en un dispositivo Android asociado.
- Collaborative: En este modo se consume batería de tanto de la gafas como del dispositivo Android asociado.

El primer método también es conocido como “Independent Use” y los otros dos como “Partner Device Use”.

▪ **Cámara:**

La cámara tiene unas características de 5 Mp y puede grabar vídeos 1080p hD. Para evitar problemas de privacidad cuando la cámara está funcionando aparece un indicador de luz. Los archivos capturados por la cámara se pueden almacenar tanto en la memoria interna de la gafa o en una memoria externa (la gafa permite añadir tarjetas SD).

▪ **Batería:**

Las Vuzix M100 poseen una batería interna que es cargada a través de un micro puerto USB como cualquier móvil. Es difícil predecir la duración de la batería puesto que

depende del uso que se le esté dando. Para evitar quedarse sin batería mientras se está trabajando existe la posibilidad de conectar la gafa a una batería externa (Power Pack 3800) que aporta mayor autonomía que la batería interna de la gafa.

- **Software:**

El software utilizado por las Vuzix M100 es el “OS 2.0”, basado en la versión de Android 4.0.4. Este SW posee unas aplicaciones básicas pero es compatible con la gran mayoría de aplicaciones que se encuentran en el Android Market. Pronto habrá una Vuzix App Store en la que las aplicaciones serán específicas para este dispositivo.

Existe una aplicación llamada Vuzix *Smart Glasses Manager*, como se muestra en la siguiente figura, que conecta a la gafa con cualquier dispositivo Android por Bluetooth y que sirve para moverse por la interfaz de la gafa de manera óptima, y si es necesario usar teclado Vuzix *Smart Glasses Manager* lo ofrece (Partner Device User).

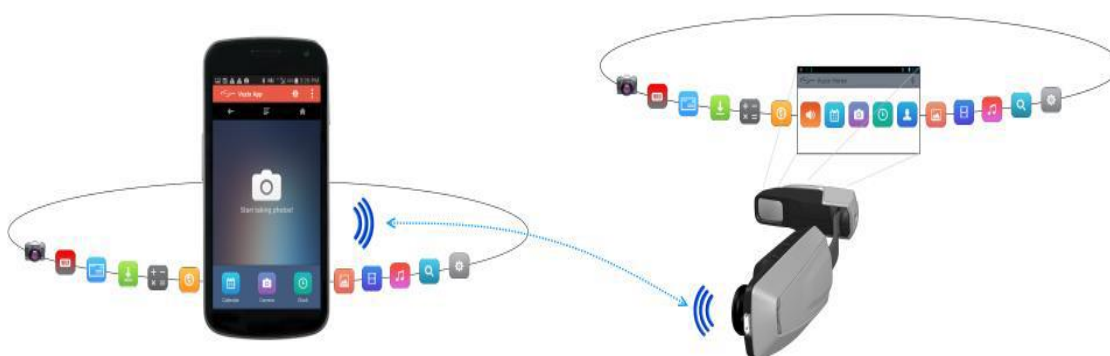


Figura 2.11 Sincronización Manager App

- **Gestor de Archivos del Sistema Vuzix M100:**

Sirve para poder actualizar el software de la gafa, o añadir nuevas aplicaciones a ella (archivos con formato .apk).

Además con este programa se visualiza lo que se ve con la gafa en un ordenador. Ideal para compartir lo que ve el portador de la gafa con otros usuarios. También facilita el trabajo a quien esté desarrollando aplicaciones para la gafa puesto que no requiere ponérsela para hacer pruebas de compilación.

La siguiente figura la apariencia de este programa. Figura 2.12.

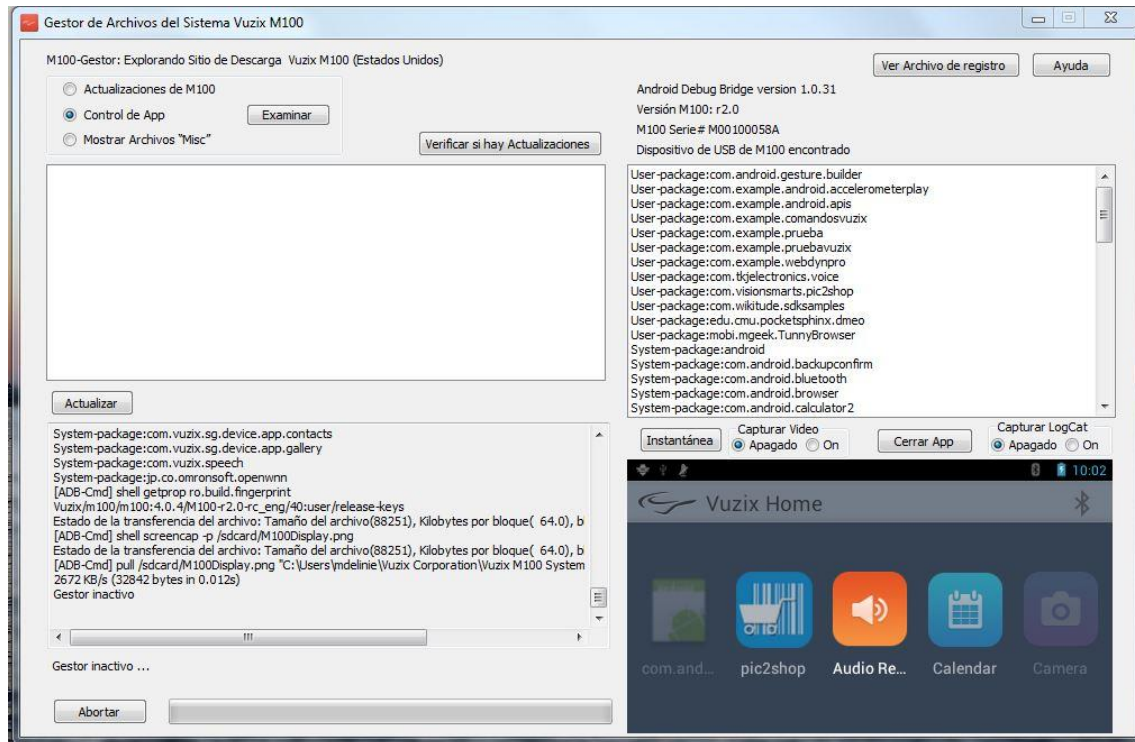


Figura 2.12 Gestor de Archivos del Sistema Vuzix M100

▪ **Escáner:**

Esta aplicación permite leer códigos de barra y códigos QR. Usando la cámara de las Vuzix M100 se detecta el código y la propia aplicación del escáner te permite compartir ese valor con otras aplicaciones, o usar el explorador web para buscar el producto en internet. En la siguiente figura se observa cómo se ve esta aplicación desde la gafa.

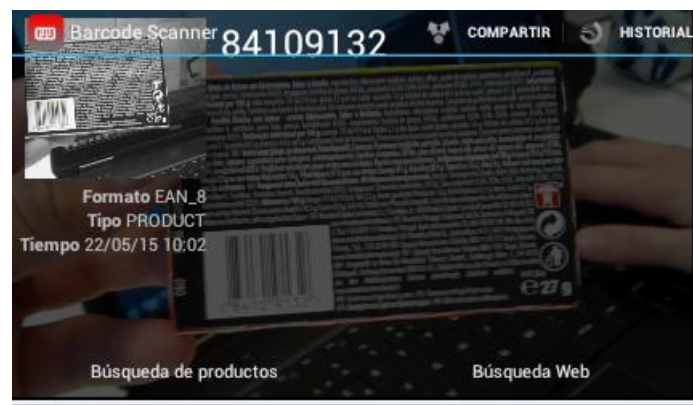


Figura 2.13 Barcode Scanner app

Si se quiere saber más acerca de las características de este producto en la página web de Vuzix se puede descargar la guía de uso. La siguiente figura es un extracto en inglés de las principales especificaciones de las gafas Vuzix M100. (Vuzix, 2014).

Specifications:

Optics

- Display resolution: WQVGA Color displays
- Aspect ratio: 16:9
- Field of View (Diagonal): 15 degrees, equivalent to 4 in. mobile device screen seen at 14 in
- Brightness: >2000 nits
- 24 bit color
- Left or right eye usable

Note: Incorporates Kopin Corporation's White Pearl™ display module and ultra-low-power driver IC.

Processor

- OMAP4430 at 1GHz
- 1GB RAM
- Fully optimized Android ICS
- 4GB internal flash memory

External Flash Slot

- Micro SD support up to 32 Gig

Controls

- 4 Control Buttons
- Gesture Control
- Nuance Voice Control
- Remote Control App, runs on paired Android device

Hands Free

- Ear speaker
- Noise cancelling microphone

Sensor Systems (Always on)

- 3 DOF Gesture Engine (L/R,U/D,N/F)
- Proximity
- Ambient Light

Mounting Options

- Over head
- Safety Glasses (included)

Battery

- 600mha rechargeable internal battery
- Up to 6 hours hands free (display off)
- 2 hours hands free + display
- 1 hour hands free + display + camera + high CPU loading
- 3800mha rechargeable external battery pack
- Ultra-thin USB mini-B cable
- Powers & recharges M100
- Includes belt clip
- 115 x 58.6 x 10MM
- Increases run time up to 6.5 times over base M100

Camera

- 5 Megapixel Stills
- 1080p Video
- 16:9 aspect ratio

Integrated Head Tracker

- 3-degree of freedom head tracking
- 3 axis Gyro
- 3 axis Accelerometer
- 3 axis Mag/Integrated compass

Connectivity

- uUSB: Control/Power/Upgrade
- Wi-Fi 802.11b/g/n,
- Bluetooth 4.0

Supported Host Devices Software

- Android
- iOS (in development)

SDK available

Available in Gray and White models

Figura 2.14 Especificaciones Vuzix M100

2.5 Herramientas y técnicas a emplear

El objetivo de este apartado es el de mostrar al lector las herramientas que han hecho falta para desarrollar el proyecto. Algunas no se han llegado a utilizar pero se nombrarán más adelante y es conveniente tener una pequeña idea de en qué consisten, otras sin embargo han sido fundamentales para desplegar el proyecto.

Se comenzará hablando sobre el escáner móvil Motorola MC3190R, el dispositivo móvil que TEXTIL, S. A. utiliza en el almacén, las funcionalidades que tiene y cómo ayuda al buen desempeño de los procesos dentro del almacén.

Posteriormente se hablará de SAP, que es el ERP que tiene instalado el cliente y con qué tecnología se ha sincronizado este ERP con los dispositivos móviles: ITS, Web Dynpro y Android. También se hará una breve reseña a ABAP, el lenguaje de programación usado en SAP.

Después se hablará de los condicionantes tecnológicos que se han tenido para finalizar el proyecto. Esta última parte es más variada ya que se hablarán tanto de formatos de intercambio de datos, como de máquinas virtuales y de agentes usuarios.

2.5.1 DISPOSITIVO MOTOROLA MC3190R

Este dispositivo es el que se utiliza en el almacén textil del cliente. Los operarios lo usan en los procesos de recepción, ubicación y en el proceso de picking, que es donde más se utiliza.

Perteneciente a la serie de dispositivos MC3100, estos dispositivos están basados en el equipo móvil MC3000, que tuvieron un gran éxito en el mercado, y son una mejora de éstos.

Este terminal de código de barras tiene unas características similares a las de un ordenador portátil. Posee un sistema operativo Microsoft Windows CE 6.0 Pro, que permite un desarrollo rápido y sencillo y la migración de aplicaciones personalizadas. Con una memoria RAM de 128MB, también es capaz de admitir 512MB de memoria flash. La batería es de litio recargable, con una duración variable según su uso.

Con su escáner integrado puede leer código de barras de barras 1D o 2D, en cualquier dirección, evitando tener que estar alineados con las etiquetas, mejorando la productividad de los operarios. Además gracias a Motorola MAX Rugged, está protegido frente a caídas y golpes, y la exposición a polvo y líquidos.

Otra funcionalidad que permite es la conectividad de voz y datos de bajo con oficinas y lugares públicos gracias a su radio de triple modo 802.11 a/b/g, integrándose con casi cualquier WLAN. Al tener Bluetooth v2.1 se puede conectar también con otros dispositivos como impresoras o tablets.

Las opciones de teclado de este aparato son muy variadas. Posee un teclado numérico de 28 teclas, otro alfanumérico de 38 teclas con tecla de apoyo y un último alfanumérico de 48 ayudando al operario para responder a las entradas de la gran mayoría de aplicaciones.

Su implementación es un proceso sencillo ya que se integra fácilmente en el entorno tecnológico de la empresa. Como un smartphone, el dispositivo se conecta a la WLAN automáticamente gracias a los algoritmos de cifrado y autenticación de una manera totalmente segura para trabajar según los requerimientos de la aplicación. La pantalla es amplia, 3" a color (TFT) (320 x 320) con retroiluminación, facilitando la interacción con el operario.

Por poner alguna pega al dispositivo, para procesos de picking de numerosos artículos el alto peso del terminal es una característica a tener en cuenta. Por ello los operarios suelen llevar un cinturón donde cuelga esta "pistola" láser para evitar el cansancio generado por los desplazamientos largos.



Figura 2.15 Dispositivo Motorola MC3190R

Si se quiere conocer más acerca de este dispositivo la empresa de soluciones logísticas Logiscenter, posee en su página web un manual con las especificaciones de la serie Motorola 3100R. (Logiscenter, s.f.)

2.5.2 SAP

SAP (Sistemas, Aplicaciones y Productos) es una multinacional alemana fundada en 1972 que se dedica al diseño y desarrollo de productos informáticos de gestión empresarial. Según la revista Software Magazine, SAP ocupaba la séptima posición en el ranking de las empresas de SW más grandes de mundo.

La principal solución que ofrece SAP es SAP ERP, que se encarga a dar soporte a todas las áreas de la compañía, pero también posee otras aplicaciones como SAP CRM o SAP PLM que en los últimos años están siendo cada vez más implantadas en las empresas.

Un sistema ERP (Enterprise Resource Planning) se encarga de gestionar la información de muchas de las prácticas de negocio de una empresa. Las características de los ERP es que son modulares y configurables:

-Modular: Los ERP se dividen en módulos al igual que las empresas se dividen en departamentos. Los departamentos se encuentran interrelacionados por la información que comparten al igual que los módulos, todos pueden acceder a una información global que se encuentra en la base de datos de la empresa y así se evitan duplicidades de información, o que cada departamento trabaje con sus datos y no los comparta con el resto.

-Configurables: Estos módulos se instalan según los requerimientos del cliente. Además pueden ser configurados por desarrollos de programación.

Otros comentarios acerca de los ERP:

- Base de datos centralizada.
- Los datos deben ser consistentes y comunes.
- Los módulos están interrelacionados.

El producto principal de SAP es el denominado R/3. El nombre es debido a que la arquitectura está formada por 3 capas: cliente, base de datos y el servidor de aplicaciones. La letra R hace referencia a que la información se procesa en tiempo real. El lenguaje de programación usado en SAP es ABAP (Advanced Business Application Programming).

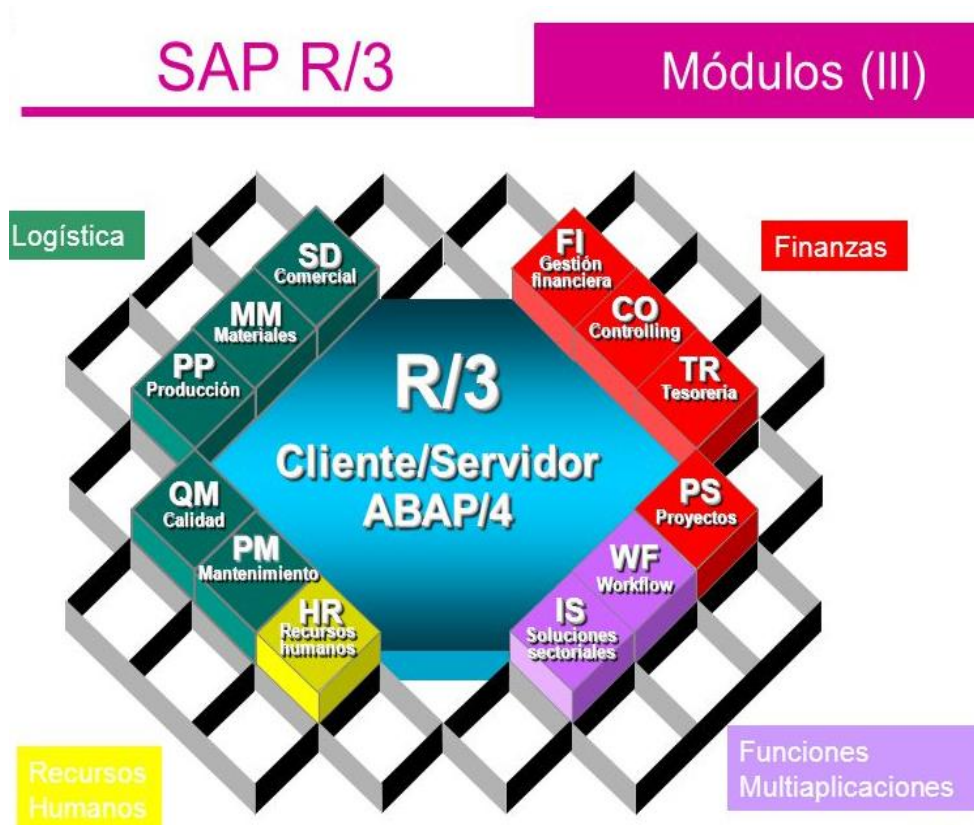


Figura 2.16 SAP R/3

Como se ha podido apreciar en la anterior figura (Figura 2.16), SAP R/3 está basado en 4 áreas:

- Logística
- Recursos humanos
- Finanzas
- Funciones Multiaplicaciones

Cada área está formada por varios módulos, que se encargan de dar una solución específica para la empresa. Los módulos están integrados entre sí permitiendo el intercambio de información, ayudando con este hecho a la organización empresarial y a una buena administración de los recursos de la compañía.

2.5.2.1 SAP Warehouse Management

Ahora se va hacer un breve comentario sobre un módulo llamado SAP WM (Warehouse Management). Este módulo perteneciente al área de logística se encarga de la gestión de almacenes y es el que está instalado en los servidores del cliente.

Este módulo de SAP se encuentra totalmente integrado con el resto de módulos de SAP R/3, por lo que las operaciones inicializadas en otros módulos tendrán sus tareas correspondientes en SAP WM. En la siguiente figura obtenida del portal de ayuda de SAP se puede apreciar con que procesos interactúa el módulo de gestión de almacenes. (Help SAP, s.f.).

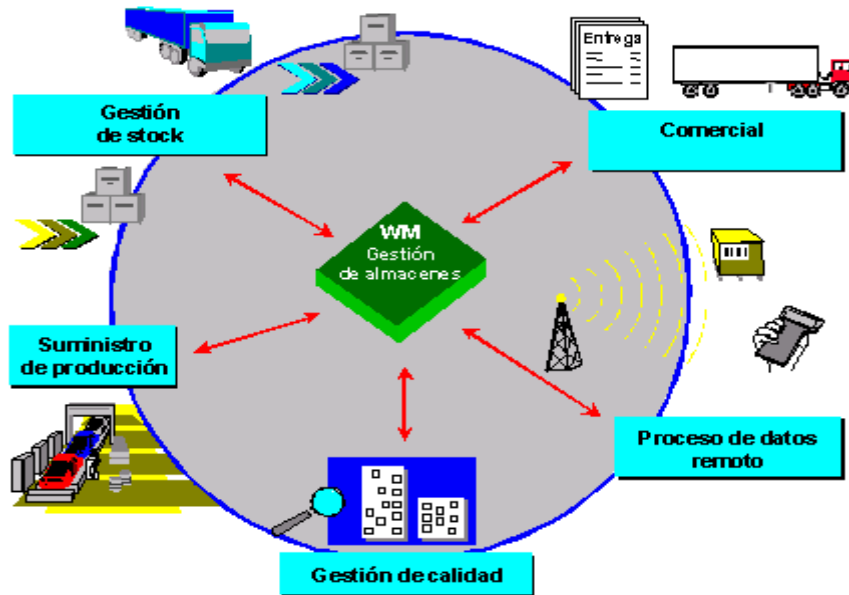


Figura 2.17 Módulo SAP WM (Help SAP, s.f.)

Una empresa que posea el módulo WM puede entre otras muchas opciones:

- Definir y gestionar estructuras de almacén.
- Optimizar el flujo de materiales usando técnicas de picking y de entrada en almacén.
- Procesar traslados de mercancía dentro/ fuera del almacén de una manera rápida y sencilla.
- Trabajar con registro de inventarios totalmente actualizados.
- Imprimir órdenes de transporte, notas de pallet, entregas... para todas las operaciones relevantes.
- Integrarse con sistemas externos como escáneres de código de barras, carretillas automatizadas...

Por norma general la estructura organizativa de un almacén cuando se diseña en SAP WM es la siguiente (véase Figura 2.18):

- a) Número de almacén: Es el elemento organizativo de mayor nivel. Representa un almacén físico o centro de distribución. Por cada número de almacén se define una estructura organizativa.

- b) Tipo de almacén: Grupo de ubicaciones que comparten una misma técnica de almacenaje (misma forma de ubicar y extraer el material).
- c) Área de almacenamiento/picking: Son ubicaciones o grupos de ubicaciones donde en los que se realiza el almacenamiento de un tipo de producto o el picking de una misma forma.
- d) Ubicación: Elemento organizativo de más bajo nivel y considerado como dato maestro.

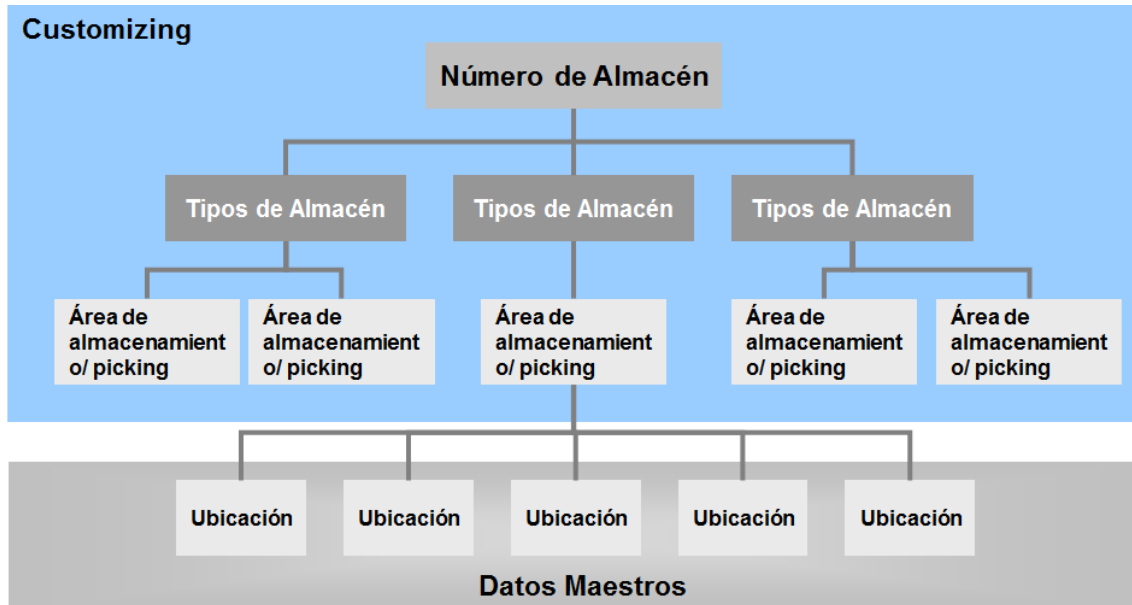


Figura 2.18 Estructura organizativa almacén en SAP WM

2.5.3 ABAP

ABAP o ABAP/4 es el lenguaje de programación propio de SAP y se utiliza como elemento de programación específico para la mayor parte de sus productos.

El significado de sus siglas es el siguiente: *Advanced Business Application Programming*.

ABAP tiene muchos elementos en común con el lenguaje C. Al principio fue definido como un lenguaje estructurado de cuarta generación (de ahí viene el nombre ABAP/4) pero posteriormente se le han añadido elementos propios de la programación orientada a objetos.

Algunas características de este lenguaje son:

- Posee sentencias y palabras clave propias del lenguaje.
- Lenguaje orientado a eventos bien definidos.
- Lenguaje interpretado, no compilado.



- Se usa en programación de informes y en programación de diálogo SAP.
- Totalmente integrado en el entorno de programación de SAP.
- Contiene objetos, clases, atributos, métodos e interfaces.

Los usuarios para acceder a funciones o procesos del negocio lo hacen a través de transacciones. Se dice que SAP sólo funciona a través de transacciones. ABAP es el lenguaje que se utiliza para crear nuevas transacciones o para modificar las que ya están creadas en el estándar y hay que adaptarlas para el cliente.

El entorno de desarrollo de ABAP se denomina ABAP Workbench. Este entorno está formado por una serie de transacciones agrupadas bajo un área en común que posibilitan la programación en ABAP. (Hernandez , 1999)

Algunas más importantes dentro del ABAP Workbench son:

- **SE11 – Diccionario de datos**

Esta transacción agrupa todas las herramientas necesarias para la creación, mantenimiento y ampliación de bases de datos. A través del diccionario de datos se generan tablas, estructuras, dominios... Si no se quiere modificar esta transacción también permite visualizar las tablas y estructuradas creadas, pero para eso se suele usar la transacción SE12.

- **SE38 – Editor ABAP**

Esta transacción recoge todas las funciones creadas en SAP. También permite la programación de informes y de código asociado a pantallas de diálogo.

- **SE51 – Screen Painter**

Herramienta utilizada para la creación de pantallas de diálogo en SAP, aunque su programación en ABAP se realiza con el editor de ABAP.

- **SE80 – Object Navigator**

En esta transacción se agrupan casi todas las transacciones de desarrollo ABAP, permitiendo trabajar con diferentes herramientas de programación bajo un área común.

- **SE09/SMTS – Sistema gestor de transportes**

Al entorno de desarrollo sólo tienen acceso al desarrollo ABAP los consultores y los desarrolladores. El entorno de desarrollo se encuentra separado del entorno productivo que es en el que trabajan los usuarios del ERP. El sistema que comunica los

dos entornos es el gestor de transportes, y éstas dos transacciones son las más conocidas que realizan estas funciones.

Por último, comentar que ABAP Workbench no es único entorno de desarrollo de ABAP. SAP también permite programar en otras plataformas como Eclipse, sin embargo en estas plataformas las funcionalidades que se permiten en ellas distan mucho de las permitidas en ABAP Workbench.

2.5.4 Internet Transaction Server (ITS)

SAP Internet Transaction Server (ITS) fue el primer acercamiento de SAP para extender sus aplicaciones de negocio a tipo de aplicación Online. Convirtiendo las pantallas SAP Dynpro en pantallas con formato HTML se le ofrece al usuario poder acceder a sistemas SAP desde un buscador que es fácil de utilizar.

Básicamente la tecnología ITS permite una comunicación eficiente entre las aplicaciones móviles e Internet. ITS vincula un servidor de aplicación de R/3 con un servidor web para acceder datos de una base de datos que son mostrados al usuario a través de plantillas en formato HTML y éstas pueden a su vez ser modificadas por el usuario. La información cambiada se actualiza en la base de datos. Esta interacción es posible gracias a transacciones que se ejecutan dentro de SAP R/3.

El ITS está creado gracias a “WGate” y “AGate”. Cuando un usuario, que puede estar localizado en cualquier lugar con acceso a Internet, accede la URL de la aplicación para solicitar el servicio de ITS, su buscador envía una petición al servidor web. El servidor web manda la petición a la “WGate” y ésta establece una conexión con “AGate”. Esta conexión se realiza gracias a protocolo TCP/IP. La “WGate” se encuentra dentro del ordenador del usuario, la “AGate” puede o no estar dentro del mismo. La “AGate” procesa la información y por medio de RFC/Dialog extrae la información necesaria. Una vez recuperados los datos la “AGate” los procesa y los convierte en una página HTML y se los envía la “WGate”. Ésta última es la encargada en enviársela al servidor web para que se la muestre al usuario.

La siguiente figura muestra cómo funciona este flujo de información entre el usuario y la base de datos.

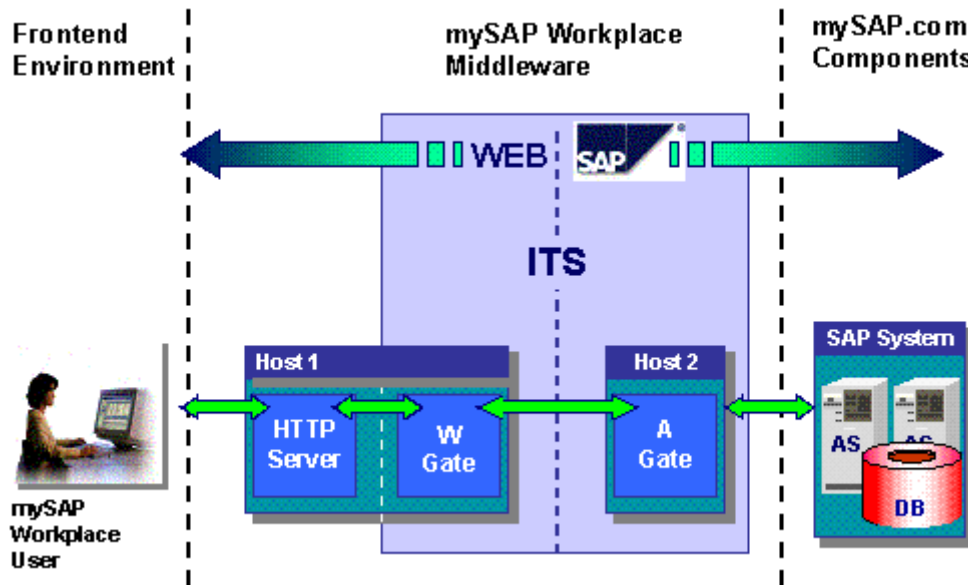


Figura 2.19 Estructura ITS (Help SAP, s.f.)

2.5.4.1 ITS Mobile

ITS Mobile o ITS móvil es una tecnología SAP que conecta dispositivos móviles con la plataforma SAP para ejecutar aplicaciones basadas en la programación Dynpro (plantillas). En términos simples, a través del explorador de un dispositivo portátil se puede acceder a la aplicación y trabajar con ella.

Si se observa la Figura 2.20, la arquitectura de esta tecnología móvil se aprecian muchas similitudes con ITS.

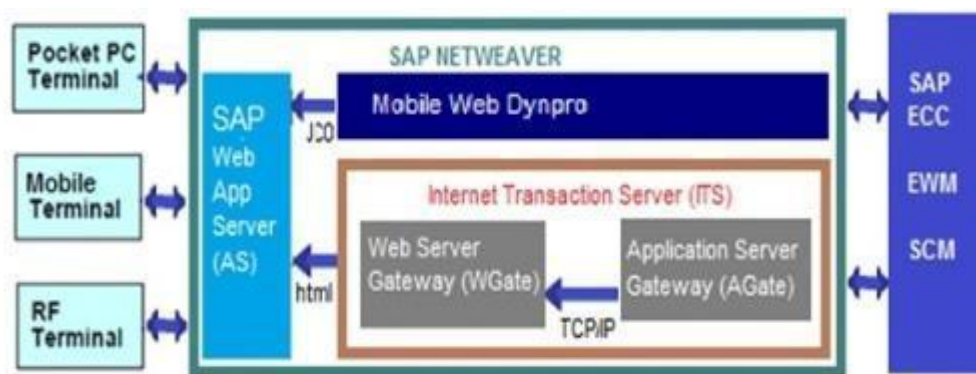


Figura 2.20 Arquitectura ITS móvil (SAPWMMOBILE, s.f.)



Para desarrollar una aplicación ITS móvil se necesita:

- “ABAP Development Workbench”: una serie de programas que permiten crear aplicaciones para ERM.
- “Web Application Builder”: entorno de programación de aplicaciones web.

Los pasos que hay que seguir para crear una aplicación ITS desde cero son:

- a) Levantar un servicio de internet.
- b) Crear un ICF (Internet Communication Framework) sobre el servicio de internet para que permita la comunicación a través de protocolos de internet.
- c) Generar plantillas para cada ventana.

Para implementar una solución de RF dentro del módulo SAP Warehouse Management usando ITS Mobile hay que seguir los siguientes pasos:

- a) Identificar los dispositivos móviles, el software que se va a usar y el servidor donde se va a ejecutar.
- b) Instalar SAP Netweaver (plataforma que engloba todas las apps SAP).
- c) Configurar SAP WM Mobile.
- d) Diseñar, crear y verificar la aplicación ITS.
- e) Configurar RF en el dispositivo móvil.

2.5.5 WEB DYNPRO

Web Dynpro (Dynamic Programming) es la tecnología que ofrece SAP para programar y controlar la interfaz de usuario (UI) de las aplicaciones web. Se encuentra integrada a SAP Netweaver Application Server. Basándose en la arquitectura MVC (Model View Controller) la Web Dynpro proporciona una serie de herramientas que permiten diseñar interfaces. Las herramientas son independientes del entorno de ejecución, lo que posibilita la unión de desarrollos en distintos estándares ABAP, J2EE y .NET.

Se pueden crear nuevos patrones de diseño o usar los existentes para definir el “layout” y el flujo de la aplicación. La descripción de la aplicación se almacena en un “metadata repository” y se utiliza para generar el código de ejecución “runtime” que corresponda según el entorno.

Las aplicaciones web Dynpro se pueden desarrollar desde entorno JAVA, “Web Dynpro for JAVA” o en el entorno ABAP, “Web Dynpro for ABAP”. Y una vez terminadas se pueden visualizar como una URL. El primer tipo se desarrolla usando un entorno JAVA muy similar al Eclipse y se ejecutan gracias a la personalidad JAVA de SAP Netweaver. El segundo tipo, las Web Dynpro for ABAP se desarrollan dentro del ABAP Workbench y se ejecutan usando SAP

Netweaver Application Server. La siguiente figura es muy intuitiva y muestra los dos “runtime” y entornos de desarrollo que existen en ámbito de las web Dynpro.

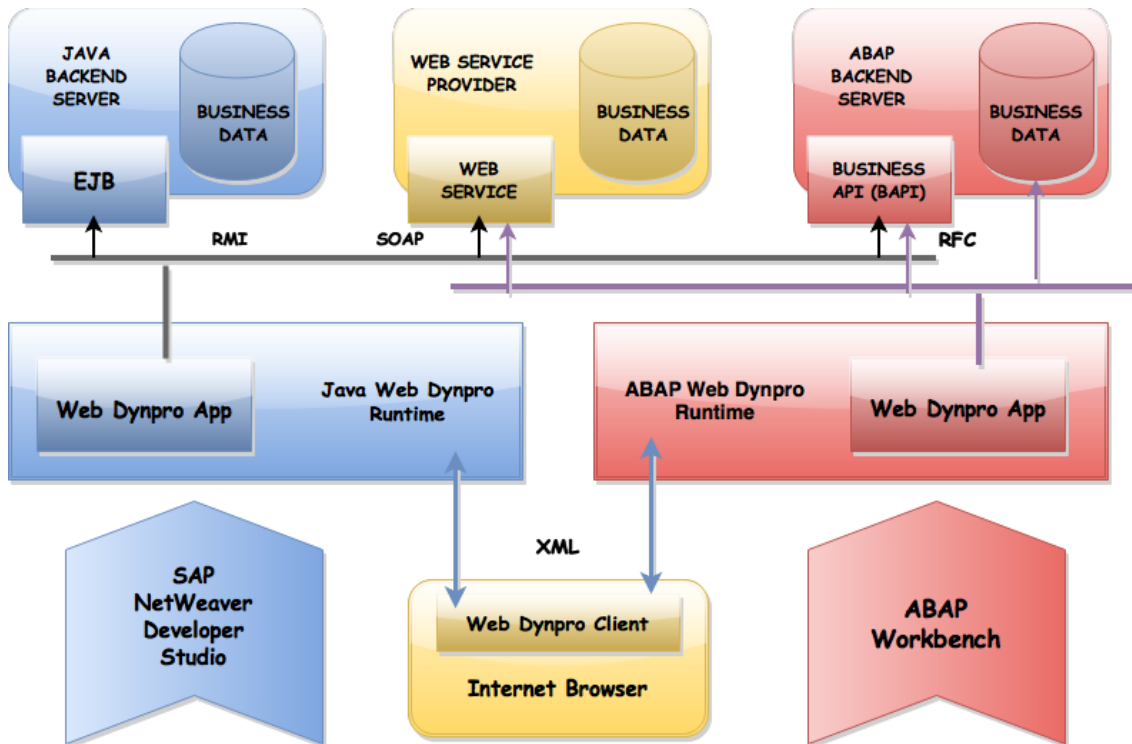


Figura 2.21 Escenarios Web Dynpro

▪ Ventajas de Web Dynpro

La principal ventaja que poseen las aplicaciones Web Dynpro con respecto a otras aplicaciones web, es la separación que hay entre la interfaz usuario de la lógica del negocio. Esta característica hace que si se quiere modificar alguna funcionalidad, no haya que ir ventana por ventana viendo si está ahí programada dicha funcionalidad, sino que se hace de manera genérica, esto por ejemplo no ocurre con el modelo JSP (Java Server Page). Esta separación en módulos permite que el paquete sea más legible, más fácil de desarrollar y mantener, permitiendo que haya más de un programador programando simultáneamente.

En el modelo Web Dynpro, la unidad de desarrollo se llama “Component” y está compuesta por una serie de programas que juntos conforman una unidad funcional llamada negocio. El número de vistas que forman una componente es variable, pero cada componente sólo tiene un controlador global, que es el encargado de englobar todos los servicios del negocio.

Las app Web Dynpro están basadas en una arquitectura denominada Model-View-Controller (MVC). que provee una técnica de programación que permite crear una aplicación independientemente del lenguaje que se utilice.

▪ Concepto MVC (Modelo Vista Controlador)

Este tipo de patrón se empezó a usar en 1979 y se basa en la estructuración de aplicaciones para permitir la separación de la interfaz de usuario en tres partes distintas:

- **El Modelo**
Representa la parte de la aplicación que implementa la lógica de negocio. Esto significa que es responsable de la recuperación de datos convirtiéndolos en conceptos significativos para la aplicación, así como su procesamiento, validación, asociación y cualquier otra tarea relativa a la manipulación de dichos datos.
- **La Vista**
Visualiza los datos del modelo de la aplicación. Se encuentra separada de los objetos del modelo.
- **El Controlador**
Maneja las interacciones entre el modelo y la vista. El controlador gestiona las peticiones de los usuarios.

Este diseño MVC también se observa cuando se accede a una Web Dynpro, las tareas que realiza cada componente son las siguientes:

- **Model:** se encarga de la persistencia de los datos. Esto puede ser utilizando JAVA a través EJB (Enterprise Java Beans), o ABAP a través de RFC y BAPIs. Existe además la opción de utilizar Web Services.
- **View:** comprende tanto los elementos predefinidos de la interfaz de usuario como su disposición. Además de la funcionalidad de creación de nuevos elementos de la interfaz de usuario.
- **Controller:** se encarga del manejo de flujo de datos y de la navegación.

La siguiente figura explica el patrón MVC en las web Dynpro.

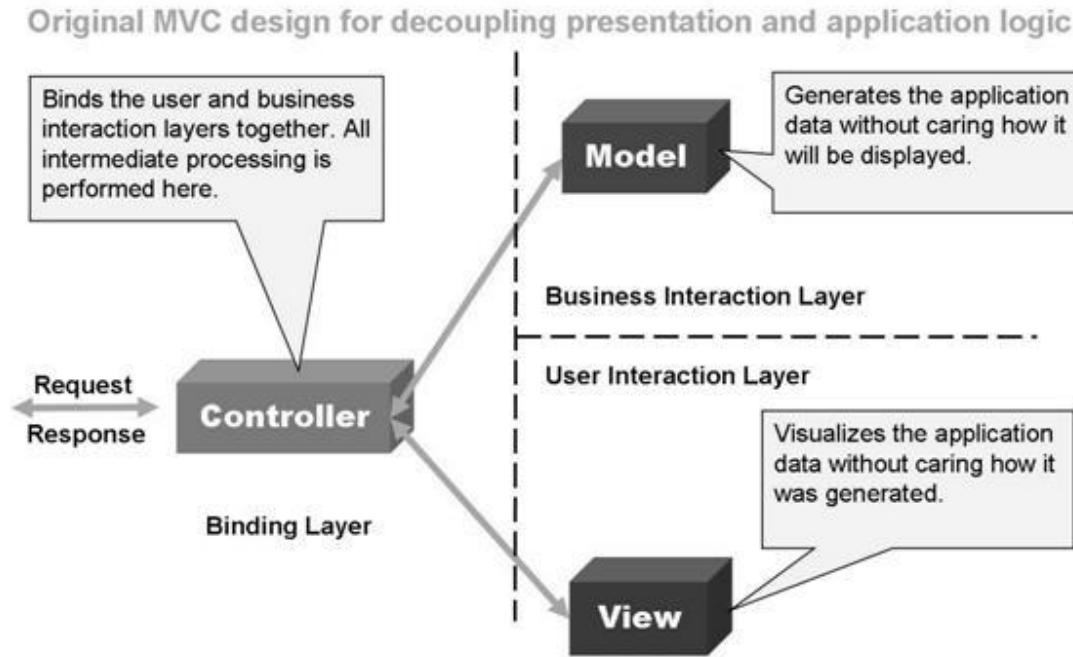


Figura 2.22 Model-View-Controller (SCN SAP, s.f.)

Según Pavón, profesor del departamento de Ingeniería de Software e Inteligencia Artificial de la Universidad Complutense de Madrid, el flujo de control del patrón MVC es el siguiente:

- El usuario realiza una acción en la interfaz.*
- El controlador trata el evento de entrada.*
Previamente se ha registrado.
- El controlador notifica al modelo la acción del usuario, lo que puede implicar un cambio del estado del modelo (si no es una mera consulta).*
- Se genera una nueva vista. La vista toma los datos del modelo.*
El modelo no tiene conocimiento directo de la vista.
- La interfaz de usuario espera otra interacción del usuario, que comenzará otro nuevo ciclo.*

2.5.6 ANDROID

Android es un sistema operativo orientado a dispositivos móviles basado en una modificación del núcleo Linux. Inicialmente fue desarrollado por Android Inc., una pequeña empresa que posteriormente fue comprada por Google. En la actualidad lo desarrolla un consorcio formado por 48 empresas de desarrollo hardware, software y telecomunicaciones, que decidieron

promocionar el software libre, siendo Google quien ha publicado la mayor parte del código fuente del sistema operativo.

Según García y Tapia, profesores de la Universidad Politécnica de Madrid, algunas de las características de Android son:

- *Plataforma abierta:*
 - *Plataforma de desarrollo libre basada en Linux y de código abierto.*
 - *Se puede usar y personalizar el sistema sin pagar royalties.*
- *Adaptable a cualquier hardware:*
 - *No ha sido diseñado exclusivamente para su uso en teléfonos y tabletas.*
- *Portabilidad asegurada:*
 - *Desarrollado en Java: podrán ser ejecutadas en cualquier tipo de CPU.*
- *Arquitectura basada en componentes inspirados en Internet:*
 - *Diseño de la interfaz de usuario se hace en XML.*
- *Filosofía de dispositivo siempre conectado a Internet.*
- *Numerosos servicios incorporados:*
 - *Localización basada tanto en GPS como en redes, bases de datos con SQL, reconocimiento y síntesis de voz, navegador, multimedia...*
- *Aceptable nivel de seguridad.*
- *Optimizado para baja potencia y poca memoria:*
 - *Utiliza la Máquina Virtual Dalvik: implementación de Google de la máquina virtual de Java optimizada para dispositivos móviles.*
- *Alta calidad de gráficos y sonido:*
 - *Gráficos vectoriales suavizados, animaciones tipo Flash, gráficos 3D - OpenGL...*
 - *Incorpora codecs estándar de audio y vídeo: H.264 (AVC), MP3, AAC,...*

La arquitectura de Android está formada por el modelo de 4 capas, como muestra la siguiente figura (Figura 2.23):

- **Capa 1: El núcleo de Linux**
 - Proporciona servicios como la seguridad, manejo de memoria...
 - Actúa como capa de abstracción entre el HW y el resto de la pila.
- **Capa 2: Bibliotecas nativas**
 - Conjunto de librerías de C/C++ usadas en varios componentes de Android.
 - Compiladas en código nativo del procesador, muchas de proyectos de código abierto.
 - Entorno de ejecución de la mayoría de librerías de Java.
- **Capa 3: Marco de aplicación**
 - Proporciona una plataforma de desarrollo libre para aplicaciones.
 - Diseñado para simplificar la reutilización de componentes.

▪ **Capa 4: Aplicaciones**

- Conjunto de aplicaciones instaladas
- Se incluyen todas las aplicaciones del dispositivo, tanto las que tienen interfaz de usuario como las que no, tanto las nativas como las administradas, tanto las que vienen de serie con el dispositivo como las instaladas por el usuario.

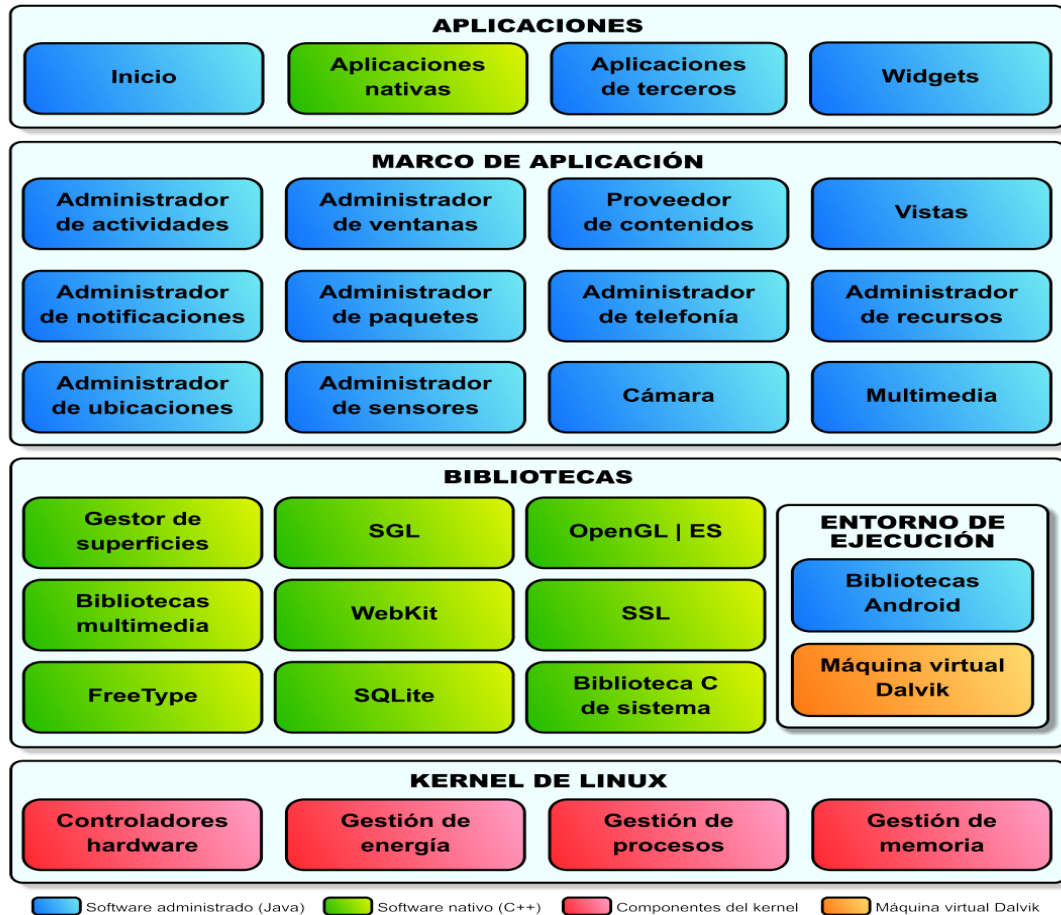


Figura 2.23 Arquitectura Android. (Vico, 2011)

Android permite la programación: GUI (graphical user interface), multitarea, multi-táctil, SQLite. Los programas están escritos en Java y en XML. Lo más habitual para programar es usar Eclipse como entorno de desarrollo al que se le añade Android SDK (Software development kit) para poder programar proyectos Android. Para ejecutar las aplicaciones desarrolladas, se suele utilizar un emulador o un dispositivo real. El emulador tipo es AVD (Android Virtual Device).

Las aplicaciones terminadas si se quieren instalar en otros dispositivos Android se transforman en un archivo con extensión .apk. El formato APK es un archivo ZIP y normalmente contiene lo siguiente:

- AndroidManifest.xml
- classes.dex
- resources.arsc
- res (carpeta)
- META-INF (carpeta)
- lib (carpeta)

2.5.7 JSON

JSON acrónimo de JavaScript Object Notation es un conocido formato para intercambiar datos entre clientes y servidores. Fue desarrollado por Douglas Crockford. JSON es un subconjunto de la notación literal de objetos JavaScript, guarda muchas similitudes con ellos, pero no depende de JavaScript. JSON da soporte a los principales lenguajes como Android, Java; C++, etcétera. Conviene recordad que JSON es un formato y no un lenguaje. (Srinivas, 2013)

El formato de JSON es independiente, ligero y fácil de entender para los humanos. Esta simplicidad hace que sea una alternativa a XML, aunque en la práctica hay muchas aplicaciones en los que se trabaja con ambos. Ver Figura 2.24.

<pre> <empinfo> <employees> <employee> <name>Scott Philip</name> <salary>£44k</salary> <age>27</age> </employee> <employee> <name>Tim Henn</name> <salary>£40k</salary> <age>27</age> </employee> <employee> <name>Long yong</name> <salary>£40k</salary> <age>28</age> </employee> </employees> </empinfo> </pre>	<pre> { "empinfo" : { "employees" : [{ "name" : "Scott Philip", "salary" : £44k, "age" : 27, }, { "name" : "Tim Henn", "salary" : £40k, "age" : 27, }, { "name" : "Long Yong", "salary" : £40k, "age" : 28, }] } } </pre>
--	---

Figura 2.24 xml vs json

2.5.8 Máquina Virtual Microsoft Azure

Microsoft tiene cada vez más servicios integrados en la nube, entre ellos están bases de datos, redes, máquinas virtuales procesos, móviles, almacenamiento. Esta plataforma informática es conocida como Azure.

VIRTUALIZACIÓN

La virtualización es el proceso de presentar un conjunto de recursos de cómputo (como el poder de cómputo o el almacenamiento de datos) de modo que se pueda acceder a todos ellos en formas que no estén restringidas por la configuración física o la ubicación geográfica. La virtualización permite a un solo recurso físico (como un servidor o un dispositivo de almacenamiento) aparecer ante el usuario como varios recursos lógicos. También permite que varios recursos físicos (como dispositivos de almacenamiento o servidores) aparezcan como un solo recurso lógico, como sería el caso con las redes de área de almacenamiento o la computación en malla. Todas estas características hacen posible que una compañía maneje su procesamiento y almacenamiento computacional mediante el uso de los recursos de cómputo alojados en ubicaciones remotas. (Laudon & Laudon, 2012).

La virtualización reporta beneficios a las empresas que la utilizan, ya que la mayoría de los servidores operan con 15-20% de su capacidad pero con la virtualización aumenta este rendimiento a valores cercanos al 70%. Además con la virtualización las empresas ahorran en hardware y energía. Habitualmente se paga por el tiempo que se está usando el servicio, con la virtualización se acceden a los últimos softwares y aplicaciones que hay en el mercado.

En el caso de la **máquina virtual Microsoft Azure**, es un software que simula una computadora y puede ejecutar programas que están instalados en ella. Lo más habitual es que se use para ejecutar otros sistemas operativos distintos al primario (el que se tiene instalado en la máquina física) para usar funcionalidades intrínsecas pero con la nueva filosofía donde todo se encuentra en la nube., este uso pasa a ser uno más.

Hay dos categorías de máquinas virtuales según su funcionalidad:

- M.V. Sistema
- M. V. Proceso

System Virtual Machine: conocida porque la máquina física propia se multiplica entre varias virtuales, cada una ejecutando un sistema operativo. La capa software que permite esta virtualización se llama *Hypervisor*.

Process Virtual Machine: se ejecuta un proceso o una aplicación y la máquina virtual permanece encendida durante el proceso de ejecución. Su objetivo es proporcionar un entorno de ejecución independiente de la plataforma hardware y del sistema operativo.

Una de las críticas más reconocidas a las máquinas virtuales es que su velocidad de ejecución es menor que si se ejecutase en el sistema operativo del host o sobre su plataforma hardware, pero el poder acceder a infinidad de recursos compensa esta pérdida de velocidad.

La siguiente imagen (Figura 2.25) ilustra cómo funciona una máquina virtual de sistema y muestra sus principales componentes.

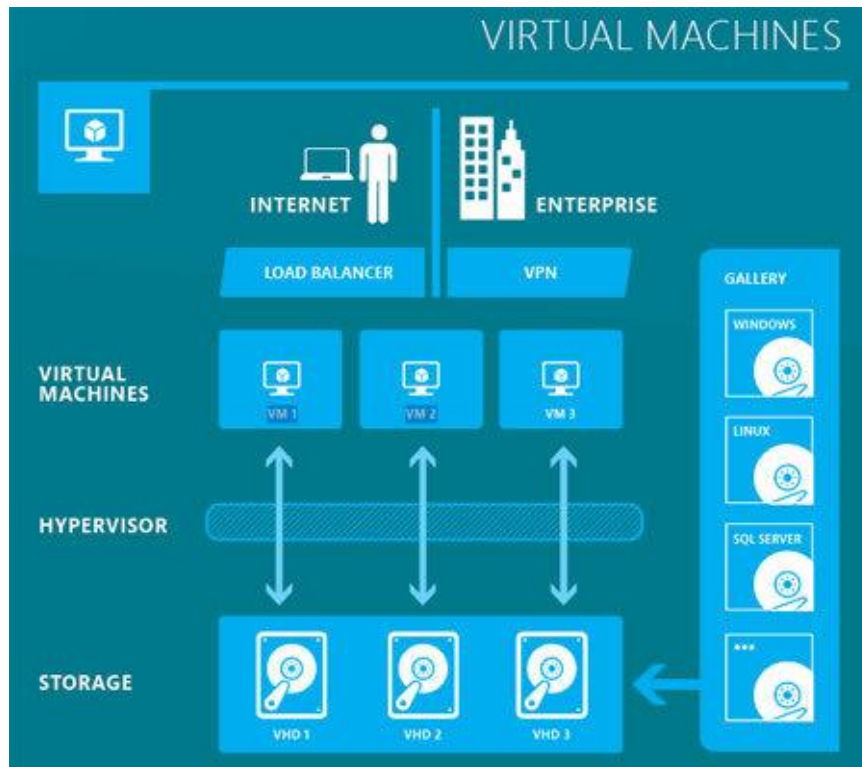


Figura 2.25 Máquina virtual de sistema

2.5.9 Agente Usuario

User agent o agente usuario es una aplicación informática que funciona como cliente dentro de un protocolo red. Por norma general son aplicaciones que acceden a una web. Hay números agentes usuarios, los más conocidos son los *browser* (navegadores web) pero también todo dispositivo móvil ya sean smartphones o tablets tienen registrado su *user agent*.

El protocolo de acceso a una página web es el siguiente:

- El usuario envía una petición de acceso al servidor. Esta petición suele ser una cadena de texto que sirve para identificar al agente usuario. La información que se envía es:
 - Nombre de la aplicación
 - Versión



- Sistema operativo
 - Idioma
- Posteriormente se procede a la verificación del agente usuario por parte del sitio web. Existen sitios web que discriminan al cliente según su agente usuario, impidiéndole entrar o mostrándole diferente información.

Capítulo 3 - DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN

En este capítulo se describen los pasos seguidos para desarrollar la solución, así como las alternativas planteadas para solventar las dificultades que han ido surgiendo a lo largo del avance del proyecto.

Para el desarrollo de la solución se ha contado con la colaboración de los directivos de la empresa cliente junto con la opinión de los operarios, a los que se les pasó un breve cuestionario que se encuentra en el anexo. También ha sido fundamental la ayuda de mi tutor en everis tanto como la de algún compañero de su departamento.

Lo primero que se va a hacer es analizar el proceso picking del almacén, centrándose en la tecnología empleada para realizarlo. Tras conocer los tiempos que se invierten en realizar una serie de pedidos se analiza el cuestionario entregado a los operarios. Este cuestionario trata de profundizar en la distribución de tiempos de todos los procesos que se llevan a cabo dentro del almacén así como conocer el interés de los operarios por la tecnología “Hands-free”.

Conociendo que el objetivo del proyecto es la implantación de las Vuzix M100 en un almacén para su uso en los diversos procesos internos que allí se tiene, se hablará de la tecnología existente en dicho almacén y cómo funciona (ITS sincronizado con dispositivo Motorola MC3190R) .

Con la explicación anterior se pretende que el lector tenga una idea previa de la situación actual. Con lo observado y las impresiones recogidas se procede al diseño de una solución que cumpla las expectativas que genera esta novedosa tecnología. Primero se explicará el diseño funcional, dentro de él se diseñará el aspecto que tendrán las principales interfaces de la aplicación y se explicará la secuencia de la aplicación.

Por último se explicará el diseño técnico en el que se propondrán una serie de alternativas con las que se puede llevar a cabo la solución, mostrando las ventajas de cada una como algunos de sus inconvenientes. Y se acabará eligiendo una de ellas.

3.1 Análisis inicial

A continuación se ha procedido a estudiar en detalle el proceso picking de la empresa TEXTIL, S.A. con el objetivo de conocer cómo se distribuyen los tiempos de un pedido real, ineficiencias de la tecnología actual y qué opinión tienen los trabajadores de la empresa sobre la situación inicial.

Como se observa en la Figura 3.1, en el plan de análisis se han diferenciado 3 etapas:

- **Observar:** como ya se explicó en el capítulo anterior la metodología de funcionamiento, han medido los tiempos empleados con el dispositivo de RF de varios pedidos. A su vez se ha tenido en cuenta tanto la tecnología como la ergonomía del proceso, obteniéndose unas primeras conclusiones sobre el proceso actual.
- **Interactuar:** a partir de las conclusiones obtenidas del proceso de picking actual, se ha realizado una encuesta a los trabajadores para conocer su opinión de primera mano sobre lo esperado y sobre la nueva tecnología que se quiere implantar. Los resultados de la encuesta se han tenido en cuenta a la hora del diseño de la solución.
- **Analizar:** se recopila toda información anterior y se generan una serie de requerimientos que servirán como base a la hora de diseñar la solución.

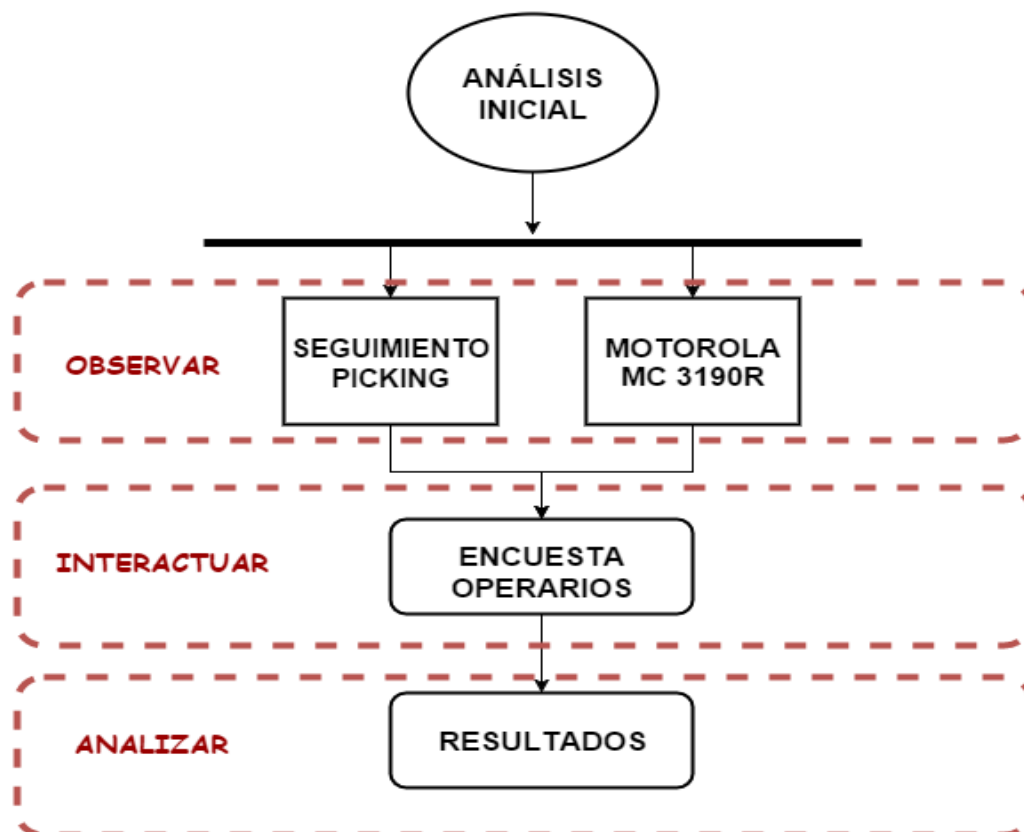


Figura 3.1 Análisis situación inicial

3.1.1 Seguimiento picking: Canal Online y canal Depósito.

En el módulo de logística, que es en el que se centra este proyecto; los procesos de recepción, ubicación, picking, packing y expedición, tienen que estar entrelazados para que no se pierda la trazabilidad de las referencias o pedidos dentro del almacén.

Por la importancia que tiene dentro de los almacenes se ha analizado el primero de estos procesos, el picking, buscando ineficiencias o mejoras que el uso de las Vuzix M100 disminuiría o potenciaría respectivamente.

Después de haber explicado en el capítulo 2.3.5 Proceso picking TEXTIL,S.A. cómo se realiza el proceso de picking en la empresa TEXTIL, S.A, conviene hacer unas mediciones de la duración de distintos procesos para examinar la distribución de los tiempos en búsqueda de la optimización del proceso. Dos canales han sido objeto de estudio, el canal Online y el canal Depósito, que suelen diferir en el número de unidades que forman por norma general sus pedidos.

Los pedidos del canal Online son los que requieren un picking más variado por ello se ha considerado interesante el estudio de sus tiempos. El pedido medio de este canal está compuesto por dos referencias y generalmente son pedidos nacionales, es decir, en menos 48 horas deben llegar al cliente, por lo que tienen una prioridad importante a la hora de la recepción del pedido.

El responsable de la parte de logística de la empresa TEXTIL, S.A midió los tiempos de varios pedidos obteniendo un tiempo medio de **5 minutos y 44 segundos** para la realización del proceso de picking desde la recepción de la orden de trabajo por el operario hasta que el pedido se depositaba en la zona de expedición. Si se desglosa un poco más estos tiempos se encuentra lo siguiente:

- El tiempo medio que tarda un mando en asignar una carga de trabajo a un operario es de **3 minutos**, independientemente del número de OT (Órdenes de trabajo) que se le asigne.
- El tiempo medio en el recorrido entre plantas y alojamiento de mercancía en zona de envío es de **5 minutos**, repartido de la siguiente manera:
 - Desplazamiento del operario de la planta baja hasta posicionarse en la primera ubicación
 - Colocar la mercancía en la zona establecida sea producto colgado + doblado
- El tiempo medio por captura es de **22 segundos** desde la confirmación por el terminal radio da la ubicación hasta posicionarse en la siguiente referencia a recoger.

A primera vista se puede observar que hay unos tiempos fijos que condicionan el tiempo total del proceso de picking. Digamos que por restricciones del sistema ERP implantado no se puede agrupar pedidos, la versión SAP EWM lo permite pero el cliente tiene WM, para optimizar lo

máximo posible los desplazamientos. Así que, la principal motivación será analizar si implementando la tecnología *Smart Glasses* se es capaz de reducir esos 22 segundos entre SKU y SKU.

En el siguiente pedido no hizo falta pedir los datos porque se pudo asistir a la medición de éstos. Las características del pedido son las siguientes:

- Canal: depósito.
- Cliente: una de las tiendas con mayor volumen de ventas de la firma.
- Nº de unidades: 94. (34 colgadas, 60 dobladas)
- Niveles a recorrer: Nivel 2, Nivel 1 y Nivel 1C (2 referencias que se encontraban traspasadas al canal de internacional).
- Nº operarios implicados en el proceso: 1 mando, 1 operario picking.
- Método de realización: Todo por un operario.
- Asignación OT pistola/operario: 3'.
- Tiempo aproximado del proceso: 28'.

La siguiente tabla* recoge una serie de mediciones en instantes concretos del proceso.

Tabla 3-1 Distribución tiempos canal depósito

MINUTO	COMENTARIO
0'	Carga de pedidos, asignación a pistola y operario. Explicación de transacciones de SAP y de posibles incidencias y como se solucionarían.
5'	Desplazamiento desde el ordenador de asignación de pedidos hasta el nivel 2
5' 50"	Recepción del primer artículo y depositarlo en el rail.
6' 10"	Continuar con las 33 prendas colgadas
16'30"	Terminado con la parte de colgado (Nivel 2).Bajar al nivel 1 para empezar con la doblada. En el camino encender la cadena de los raíles.
17' 30"	Empezar con prenda doblada, 60 unidades
30'	Terminado con la prenda doblada (Nivel 1). Asignación de cliente a la prenda doblada y puesta a la espera a que se procese.
30'55"	Asignación de cliente a la prenda doblada y puesta en espera a que se procese.
31'45"	Finalización del proceso.

*Debemos tener en cuenta que este proceso se interrumpió para preguntar dudas y hacer aclaraciones por lo que los tiempos son intuitivos pero no definitivos.

Algunos detalles que conviene tener en cuenta del proceso:

- Debido al algoritmo implantado el proceso de asignación de pedido a la pistola y el operario tarda bastante. Habría que optimizarlo para que no se quedase saturado a la hora de cargar datos.

- La trabajadora tiene sobrada experiencia en la realización del proceso. Y estuvo resolviendo las dudas que se le fueron realizando sobre la marcha.
- La orden de trabajo se divide en tres, según la zona: Nivel 2, nivel 1 y nivel 1C
- Cada vez que se acaba una zona, el sistema pide que se confirme el cliente.
- A la hora de extraer un artículo, lo primero que se hace es leer con el escáner la ubicación si esta es la correcta te dejará continuar, sino dará error. Después de leer la ubicación se le el código de barras de la prenda.
- Ubicación y traslado de prendas colgadas: Perchas colgadas en los raíles y se van trasladando empujándolas. Cuando se termina, se colocan en el pasillo 24 (el que da a la rampa) y se acciona la cadena que mueve los raíles para que las prendas bajen al nivel 1, a la zona de espera para el packing. Exactamente no se midió cuanto tardan en bajar, aproximadamente un minuto, pero durante ese tiempo se hizo el picking del nivel 1.
- Ubicación y traslado de prendas doblado: Bolsa de plástico, que se va arrastrando por los pasillos. La ergonomía de este proceso es muy discutible pero permite flexibilidad de trabajo de varios operarios en un mismo pasillo (son muy estrechos) cosa que un carrito no haría.
- Los operarios no se pueden fiar sólo de la ubicación que les aporta la OT, ya que una misma ubicación puede haber más de un artículo. También leen la descripción de la prenda para saber a qué artículo les hacer referencia.
- En la zona de prenda colgada, si la operaria sabe que la siguiente ubicación está cerca y tiene espacio suficiente en las manos, sigue con el pedido sin colgar en los raíles los artículos recolectados hasta el momento. Esta maniobra ahorra muchos desplazamientos.
- Si se hace un pedido de nueva temporada o si el pedido proviene de una tienda grande como la de Goya o Sevilla, seguramente el operario tenga que hacer más de un viaje para recoger todas las prendas. Con las dos manos libres lo más probable es que pudiera hacerse con ello.
- En el proceso de ropa doblada se tuvo que acceder a otros canales debido a que se agotó el stock de ese artículo en el canal del pedido.
- La bolsa donde se depositan las unidades extraídas tiene un alto volumen para guardar prendas, pero con ciertos pedidos es pesada e incómoda de arrastrar para los operarios.
- El pasillo 8 del canal depósito, donde se ubica el calzado, no se encuentra a continuación del 7. La funcionalidad del recorrido óptimo que posee SAP WM se pierde porque no considera este hecho, y hay que desplazarse (retroceder) para acceder a él, con el aumento de tiempo que conlleva.
- La cadena que mueve los raíles intenta estar encendida lo menos posible para ahorrar energía, y molestar lo menos posible a los operarios de control de calidad.

3.1.2 Análisis del proceso actual de picking

El análisis de lo observado puede resumirse en lo siguiente:

- a) **Cuantas más manos mejor:** como ya se ha comentado el operario encargado del picking va a realizar su tarea con el terminal de radio MC 3190R, que suele llevar colgado en un cinturón; junto con una bolsa si trabaja con prendas dobladas. Para prendas colgadas éstas se van dejando en el pasillo central y operario accede a las ubicaciones retornando de nuevo cada vez que selecciona un determinado número unidades, que le hacen prácticamente imposible manejar el escáner móvil y las prendas. Aquí se puede observar con un dispositivo “Hands-free” facilitaría mucho la tarea, y no sólo conseguiría reducir tiempos a costa de disminuir los desplazamientos sino que mejoraría la ergonomía de los trabajadores que es algo que los operarios valoran muy positivamente en las empresas. Además, toda mejora de la ergonomía de los procesos trae consigo un descenso del número de accidentes. Es cierto que en el sector textil el riesgo de que se produzca un accidente es menor debido a que las referencias con las que se trabajan no son peligrosas pero para otro sector en que se trabaje con mercancías más pesadas, frágiles o tóxicas si habría que tenerlo en cuenta.
- b) **Pistola RF:** el terminal es robusto pero algo pesado, aunque funcione a la perfección, es un dispositivo que condiciona la forma de trabajar. Tiene unas características que limitan la innovación tecnológica, como por ejemplo su software, que no soporta cualquier tecnología. Estos dispositivos son aconsejables para pequeñas empresas donde haya relativamente poca rotación de inventario y donde las referencias del almacén sean accesibles. En el caso de la empresa TEXTIL, S.A si tiene planes de crecimiento en corto/medio plazo conviene estudiar si seguir con esta tecnología o pasarse a otra más moderna.
- c) **Lectura unitaria de códigos de barras:** volviendo a lo anterior, si se trabaja con volúmenes pequeños el tiempo perdido en la lectura se pasa por alto. Pero hay que tenerlo en cuenta para almacenes que tengan que extraer muchas unidades de la misma referencia. Las restricciones tecnológicas implantadas en el almacén del cliente no permite hacer una única lectura, como si haría si se trabajase con picking por voz. Es interesante saber si el ahorro de tiempo con cada extracción, alrededor de 1 segundo por prenda leída, se compensa con la inversión realizada implantando una nueva tecnología.
- d) **Disminución de los tiempos de desplazamientos:** en la realización de estos pedidos, donde **más del 70%** del tiempo se consume en movimientos por el almacén, es prioritario reducir estos desplazamientos. Tecnología que nos permita

extraer mayor cantidad de unidades, que nos podamos desplazar a una velocidad mayor incluso agrupar pedidos por pasillos deben considerarse como alternativa al modelo actual. Incluso habría que considerar si el “layout” del almacén es el óptimo para que se minimizasen los desplazamientos.

3.1.3 Encuesta trabajadores

A la hora de proponer una solución también es importante conocer la opinión que tienen los operarios sobre el funcionamiento actual del almacén porque son ellos los que más conocimiento de los procesos poseen. Para recoger sus impresiones sobre el proceso de picking principalmente, se les entregó una encuesta que rellenarían de forma anónima.

La encuesta como sus resultados se encuentran en los anexos (ANEXO 1), pero básicamente tiene como objetivos:

- Conocer cuáles son los procesos o tareas que más tiempo consumen.
- Tantear la propensión hacia el uso de dispositivos “Hands-free” en el proceso de picking.

El problema de esta encuesta es que sólo fue rellenada por 8 operarios, por lo tanto es difícil sacar un análisis estadístico de ellas. Las respuestas heterogéneas se comentarán por encima pero en las homogéneas si se entrará más detalle intentando encontrar el patrón que las une.

La primera pregunta tiene que ver con qué proceso de los que se realizan en el almacén consume más tiempo. Los operarios tenían que ordenar de menor a mayor distintos procesos, siendo el valor de 1 el que menos tiempo consume y 5 el que más. Antes de exponer los resultados conviene decir que la encuesta ha sido rellenada por operarios que se dedicaban a distintos procesos, por lo que es muy probable que cada operario “haya barrido para su casa”, manifestando que el proceso donde está trabajando es el que más tiempo lleva. De ahí que nos salgan resultados muy heterogéneos. Aun así se atisba qué proceso es el que consume menos tiempo y el que más. Véase la siguiente figura.

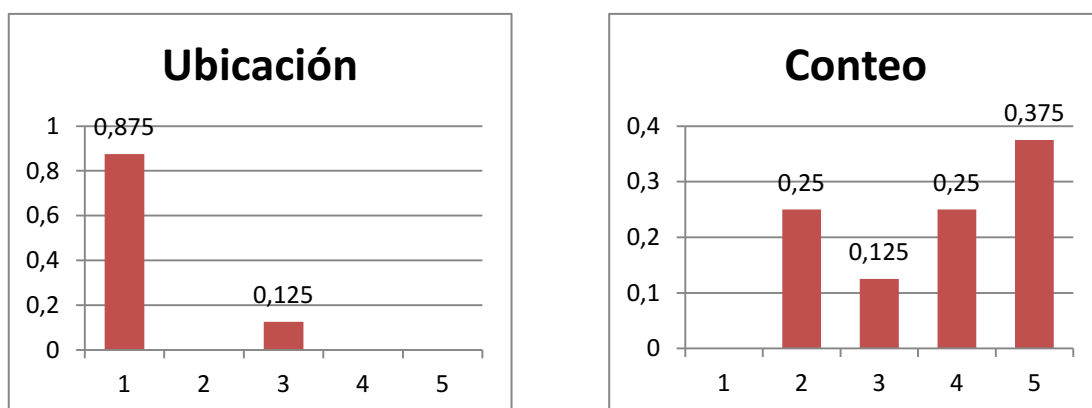


Figura 3.2 Respuesta pregunta 1 encuesta

Un 87.5% de los encuestados opinan que el proceso que menos tiempo consume es el de ubicación de las prendas.

El gráfico de conteo muestra una respuesta aleatoria pero 5 de los 8 encuestados lo consideran como el proceso más consume o el segundo que más.

Con respecto al proceso de picking (véase Figura 3.3) es totalmente heterogénea, con respuestas extremas pudiendo ser causadas por la defensa de los intereses personales. Según la opinión del responsable del almacén, el picking es el proceso que **más tiempo consume**.

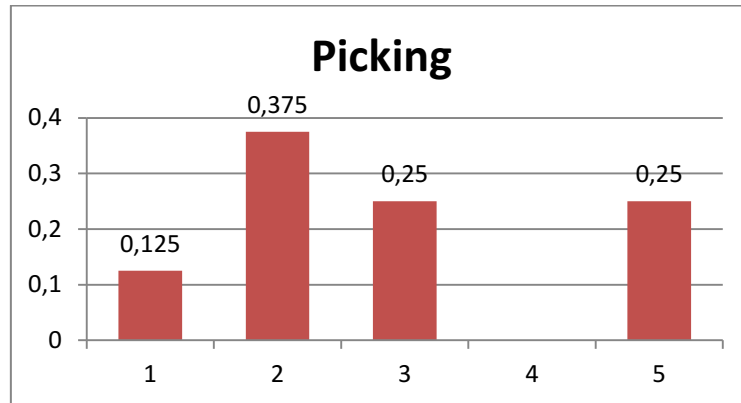


Figura 3.3 Respuesta picking pregunta 1 encuesta

Las siguientes dos preguntas buscan conocer la afinidad que tiene el operario de picking con la tecnología actual y con sus procedimientos, valorando con un 1 la nota más baja y con un 5 la más alta. A pesar de que la encuesta es anónima se entiende que el operario se pueda sentir un poco cohibido a la hora de responder, pero la homogeneidad de las respuestas recogidas en la Figura 3.4 muestra que los operarios están cómodos con el proceso actual y lo consideran eficiente.

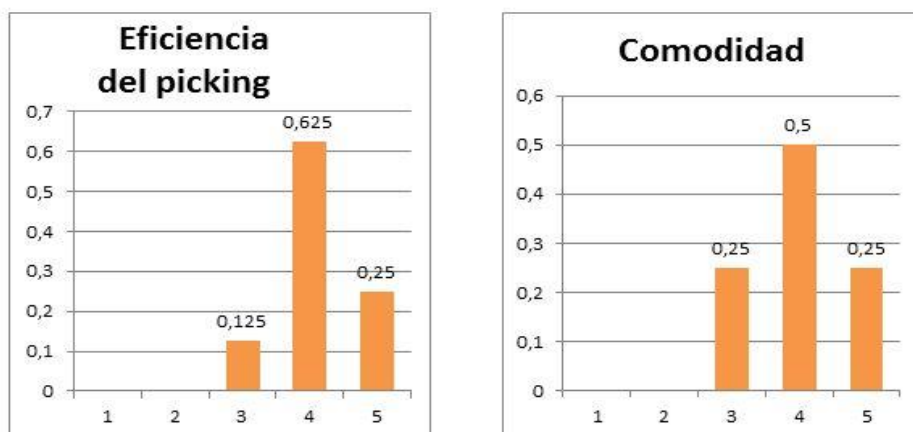


Figura 3.4 Respuesta preguntas 2 y 3 encuesta

Estos resultados no invitan al optimismo si quisiéramos implantar un dispositivo “Hands free” aun así la siguiente pregunta está en relación con el aumento de productividad que aportaría tener las dos manos disponibles para el desempeño del proceso de picking. La respuesta es clara, el 75% de los encuestados afirma que su productividad aumentaría de forma considerable. El valor 5 indica un aumento considerable. Ver Figura 3.5.

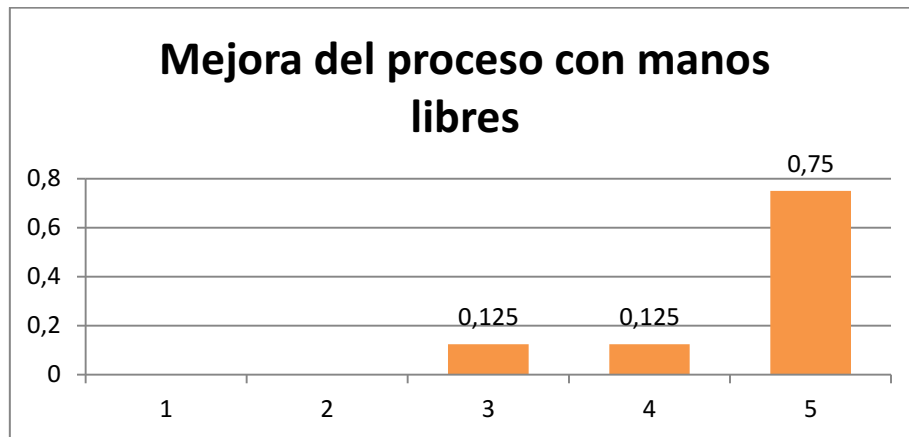


Figura 3.5 Respuesta pregunta 4 encuesta

La pregunta 5 busca conocer qué actividad perteneciente al proceso de picking consume más tiempo. Por norma general los pedidos que recibe esta empresa son de muchas referencias y pocas unidades de cada una. Incluso es muy habitual hacer pedidos del estilo del canal de Factory, por lo que el sistema tarde en asignar una OT casi lo mismo que la realización del proceso está mal visto por los operarios y penalizado como la tarea que más consume. La Figura 3.6 muestra la homogeneidad en la respuesta a la anterior pregunta.

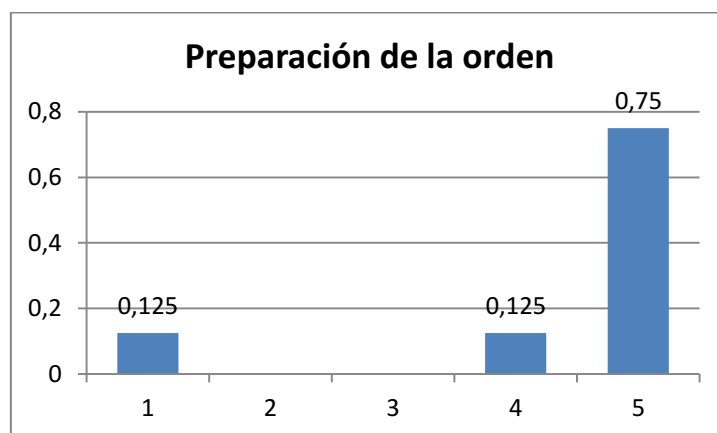


Figura 3.6 Respuesta pregunta 5 encuesta

A pesar de que los pedidos se pueden agrupar para minimizar ese tiempo fijo, se puede ver en la gráfica como es castigado este proceso ya que el 75% de los encuestados opinan que es la etapa del proceso que más tiempo consume.

Por el otro lado, la actividad que se considera que menos tiempo consume es el proceso de extracción ya que las ubicaciones son de fácil acceso. Otros almacenes en el que se necesite maniobrar con carretillas posiblemente tengan esta actividad mucho más arriba.

La Figura 3.7 muestra que la mitad de los encuestados están de acuerdo con esta afirmación.

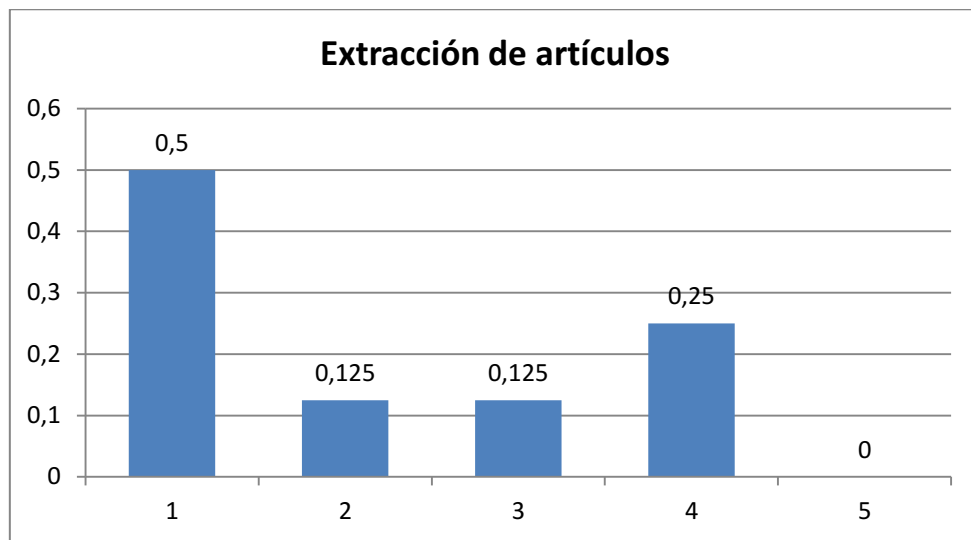


Figura 3.7 Respuesta (2) pregunta 5 encuesta

Por último hay una pregunta de respuesta libre, en el que uno se puede expresar cuanto quiera. La pregunta 6 busca que el operario diga con palabras que cree qué es lo que falla en el proceso y cómo lo mejoraría.

Alguna de las respuestas fueron las siguientes:

- *“Ineficiencias: tener las dos manos ocupadas; en ocasiones la carga de picking tarda bastante”*
- *“Que el dispositivo fuese más ligero”*
- *“Impresora portátil para facilitar la identificación del cliente; llevar las manos libres”*
- *“Tener las manos libres”*

Como se puede observar la gran mayoría de los comentarios hacen referencia a la posibilidad de poder trabajar con las dos manos libres, como bien vimos en la pregunta 4.

Otro trabajador hace referencia a que el dispositivo con el que se hace el picking fuera más ligero.

Con los comentarios hechos por los operarios se puede intuir que utilizar un dispositivo como las Vuzix M100 como sustituto del Motorola MC3190R sería bien aceptado, puesto que es un dispositivo ligero y te permite disponer de las dos manos libres para maniobrar. No obstante en esta encuesta no se ha tenido en cuenta cómo se muestran los operarios ante un cambio radical de tecnología. Una suerte que tiene la empresa TEXTIL, S.A es que sus trabajadores son relativamente jóvenes. De sobra es sabido que cuanto más experiencia tiene un operario más reacio se encuentra al cambio. Por lo que en esta empresa ese problema no lo tendríamos, pero en otras muchas sí que deberían tenerlo en cuenta. La mejor manera de evitar el boicot a una nueva tecnología es mantener informados a través de aulas del conocimiento, talleres, jornadas de formación, al trabajador. Los buenos jefes convencer no imponen y la mejor herramienta para convencer es la información.

3.1.4 ITS en dispositivos de Radiofrecuencia

Después de un análisis de los tiempos del proceso y de conocer la opinión de los operarios falta profundizar sobre las herramientas utilizadas para poder realizar las actividades que se llevan a cabo dentro del almacén. En concreto se hablará de la tecnología ITS y por qué ésta ha sido la elegida para que sirva de vínculo con los terminales de RF.

La elección del ITS es debida a las restricciones adheridas a las pistolas de RF. El dispositivo Motorola MC3190R no puede soportar altas interfaces gráficas, ni funciones de alta clase de JAVA. Por estas restricciones se eligió el ITS como tecnología que sincronizaría los dispositivos con el módulo WM de SAP, porque usando pantallas simples se aporta toda la información necesaria para que trabajen los operarios.

El acceso a la aplicación generada con el ITS es mediante una URL. Esta URL posteriormente se ejecuta en los terminales móviles RF, que también tienen como restricción que no soportan cualquier navegador, por norma general una versión no muy moderna de Internet Explorer.

Los dispositivos MC3190R cuando se ejecutan se conectan por vía Wi-Fi a la VPN (como lo haría un smartphone) de la empresa TEXTIL, S.A. En su escritorio tienen un ejecutable que accede a la URL donde el operario se registra con su usuario y automáticamente le aparecen las órdenes de trabajo asignadas.

El escáner laser viene adherido automáticamente al dispositivo de RF, como una tecla input perteneciente al teclado por lo que en la programación de la aplicación de ITS no se tuvo que tener especial consideración a este hecho.

Para que las pistolas trabajasen a la mayor velocidad posible, la empresa TEXTIL, S.A creó una VPN que se extendía por todo el almacén sin dejar ningún punto sin cubrir, para que únicamente estos dispositivos móviles se conectasen y así, conseguir que el tráfico de información fuera fluido evitando problemas de conexión.

El problema más grave que tuvieron al implantar esta tecnología fue el de sincronizar bien todas las antenas que habían dentro del almacén. Puesto que si los dispositivos en cualquier momento se desconectaban de la red a la que estaban conectados todo el pedido se perdía y había que reiniciar el sistema. Las antenas que se tenían por defecto se cambiaban de canal y había veces que dos antenas se solapaban en un mismo canal, originando ruido y un tránsito menor de información. La solución aportada fue la de dejar fijas las antenas en un canal y con esto no se volvió a producir ningún tipo de inconveniente con esta tecnología, que funciona en la actualidad con buenos resultados.

3.1.5 Resultados del análisis

En el punto anterior se han detectado algunas de las debilidades que aparecen al trabajar con los dispositivos de escáner móvil RF. Este método de picking se sigue utilizando porque una vez instalado no suele dar problemas de funcionamiento, asimismo hay que amortizar la inversión de implantar esta tecnología: adquisición de dispositivos y sincronización de éstos con el módulo WM de SAP. Además se ha dedicado un tiempo a formar a los operarios en esta metodología con el gasto de recursos que esto supone.

Los datos obtenidos durante el análisis del proceso de picking sirven como punto de partida para el desarrollo de una solución que cumpla el objetivo de implementar las Vuzix M100 en el almacén de TEXTIL S.A. Antes de comenzar con el proceso de diseño, se muestran los principales puntos a tener en cuenta para que la solución a generar funcione manera óptima.

a) La solución permitirá que el operario pueda disponer de las dos manos libres.

En las encuestas que se han realizado sobre la productividad del proceso del picking, el 75% de los operarios opinaban que el desempeño de su actividad mejoraría notablemente si dispusiesen de las dos manos para trabajar. Estos resultados hacen que en el diseño de la solución siempre se tenga en mente este hecho.

Se recuerda al lector que la gafa puede ser controlada desde un dispositivo móvil pero en el caso que nos atiende no aporta ninguna ventaja durante el proceso, ya que inhabilitaría la tecnología “hands-free”, aumentando los tiempos y poniendo en riesgo la seguridad del operario. Por ello la solución se diseña teniendo en cuenta que se usen el mínimo número de botones posible, incluso que la gafa sea capaz de reconocer comandos de voz aportados por el operario. Esto último no se ha llegado a implantar

en la aplicación pero si se tuvo en cuenta a la hora de la realización de la parte de experimentación.

b) Ha de ser una solución ergonómica.

Algunos operarios comentaron que el dispositivo de RF se puede considerar molesto al usarse al cabo de un tiempo determinado, por lo que la nueva solución debe diseñarse de forma que suponga una mejora en cuanto a la comodidad. Si los operarios no se encuentran cómodos habrá un rechazo a la implantación de esta nueva tecnología.

Es cierto que el prototipo de las Vuzix M100 requiere al operario un periodo de acostumbrarse, como por restricciones del proyecto esto no va a ser posible la solución diseñada debe cumplir lo siguiente:

- Fácil de usar.
- Aportar una información clara y legible.
- Alta velocidad de navegación entre pantallas.

c) Metodología de trabajo similar.

Hay que tener en cuenta que una de las tareas finales de este diseño es probarlo en las instalaciones del cliente, con sus operarios, para poder analizar los tiempos y sacar conclusiones. Si la nueva solución no tiene nada que ver con la anterior habría que dar una formación extra a los operarios, algo que por restricción del proyecto no es posible. Además si este proyecto quisiera ser implantado en la empresa del cliente hay que facilitar su sincronización con los sistemas que ya instalados, como por ejemplo SAP WM. Sería interesante que la solución fuera capaz de seleccionar de tablas de SAP la información requerida de los artículos necesarios para realizar un proceso de picking.

La solución diseñada debe tener como una de sus características que, al ser entregada a cualquier operario del almacén con conocimientos del proceso de picking, sin ser necesaria una explicación fuera capaz de realizar el pedido.

d) La solución debe ser implementada en la medida de lo posible.

Sin olvidar que este proyecto es un prototipo, se deberá crear una solución que sea operativa dentro del almacén del cliente. Por lo que el diseño ha de asegurar que la aplicación creada se visualice en la gafa y que la gafa funcione en las instalaciones del cliente.

3.2 Diseño funcional

Este apartado tiene como objetivo definir las funcionalidades que va a poseer la solución que se va a implementar en las instalaciones de TEXTIL S.A. Antes de entrar en detalle conviene recordar que este diseño debe tener en cuenta que este proyecto tiene que cumplir una serie de restricciones que limitarán a la hora de diseñar tanto la parte funcional como la tecnológica.

Las principales restricciones que ha de cumplir son:

- La solución debe funcionar en las *Smart Glasses* Vuzix M100.
- Con esta solución se debe poder realizar un simulacro de un pedido de picking real
- La metodología de funcionamiento debe alterarse lo menos posible.

También habrá que tener en cuenta los resultados del análisis inicial:

- La solución debe permitir al operario tener las manos libres para manipular las prendas.
- Debe ser una solución ergonómica.

Agrupando las anteriores ideas se procede a detallar una descripción de lo que hará la solución:

Es una aplicación que permite realizar el proceso de picking de la empresa TEXTIL S.A. A partir de una tabla de pedidos generará órdenes de trabajo que se asignarán a unos operarios. Estas órdenes llevan la información necesaria para completar un pedido tal y como se estaba realizando hasta ahora en esta empresa. Además se quiere que la aplicación aporte todo tipo de información adicional que sea de utilidad para la mejora del proceso.

Esta aplicación se podrá visualizar en cualquier dispositivo Android que posea una versión cercana a la 4.0.4, en concreto debe ejecutarse el en las gafas inteligentes Vuzix M100. Esto no quiere decir que únicamente ese sistema operativo la soporte.

El manejo de la aplicación se debería realizar desde las controles de las Vuzix M100 (sensores de movimiento, botones o voz) pero esto dependerá del software del dispositivo, al igual que puede usar aplicaciones ya desarrolladas para este modelo de *Smart Glasses*.

Por último comentar que la lógica de funcionamiento de la aplicación no debe ser demasiado complicada para que no requiera un alto periodo de formación.

3.2.1 Secuencia entre ventanas

Antes de empezar a buscar que tecnología será la más apropiada para llevar a cabo este diseño, se explicará cuál va a ser la secuencia entre las pantallas que seguirá la aplicación.

El gráfico es bastante intuitivo (Figura 3.8), aun así se procede a dar una breve explicación. Las 3 ventanas principales son:

- **MAIN:** en ella el trabajador se registra, o puede salir del sistema.
- **MENÚ:** en él se da la bienvenida al operario registrado y le da la opción de elegir que tarea va a realizar. Aunque sólo está operativa la opción de picking, los botones de ubicación y recepción están creados para futuros trabajos.
- **ARTÍCULO:** si se ha seleccionado la opción de picking, aparecerá los datos del primer artículo a extraer. Además se tiene la opción de obtener más información del artículo a obtener, como su foto o a que cliente está dirigido el pedido.

De la ventana de artículo no se saldrá hasta que se haya realizado el picking de todos los artículos a extraer de ese pedido.

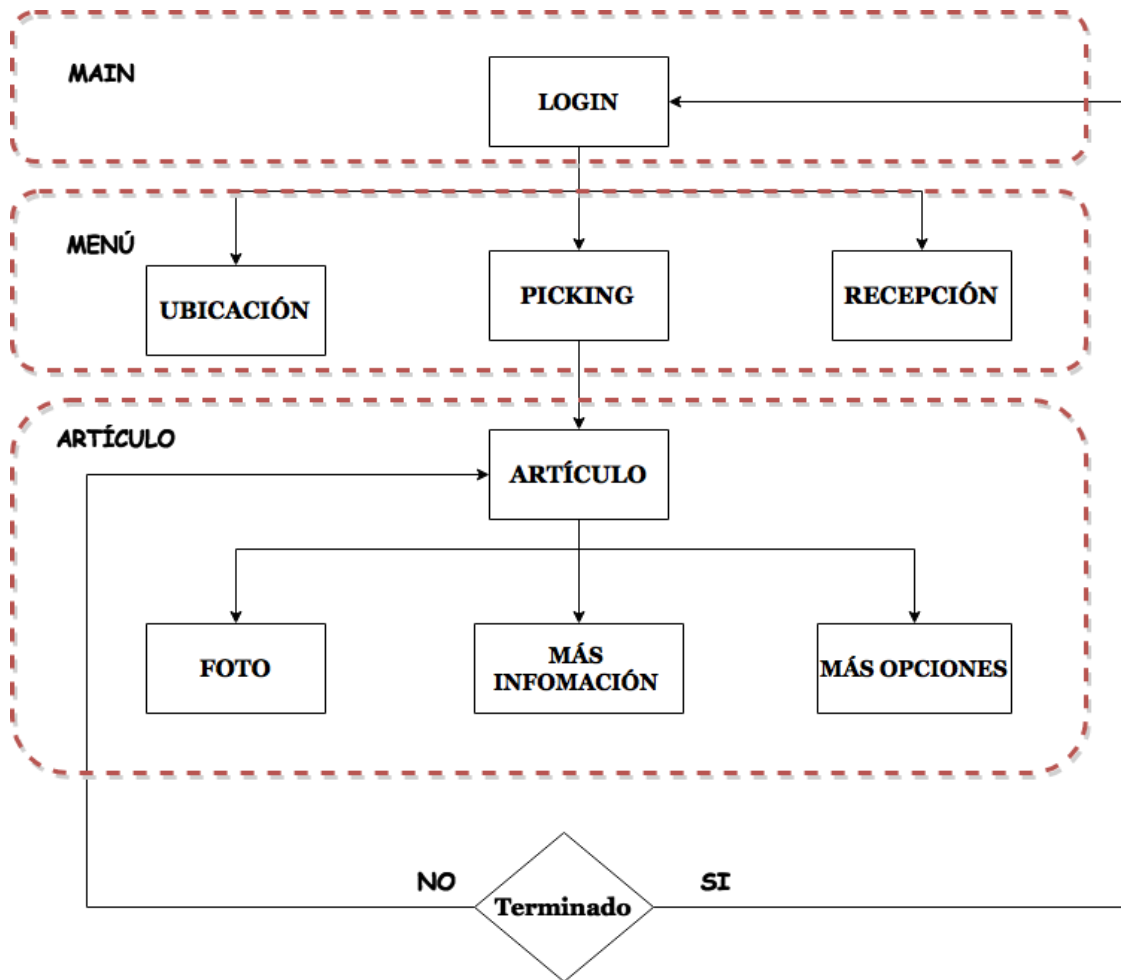
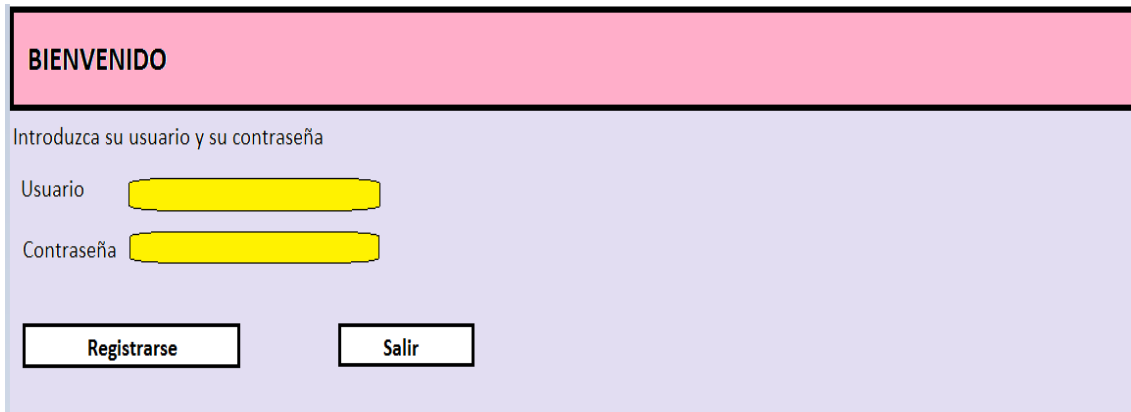


Figura 3.8 Esquema de la secuencia entre pantallas de la solución

3.2.2 Layout de la interfaz de la solución

Se ha comentado anteriormente la importancia de que la interfaz sea similar a la existente en los dispositivos de RF. En las siguientes figuras se van a mostrar las principales pantallas que se visualizarán en la aplicación, este diseño influirá posteriormente en la elección de cuál es la tecnología más apropiada para desarrollar una interfaz parecida.

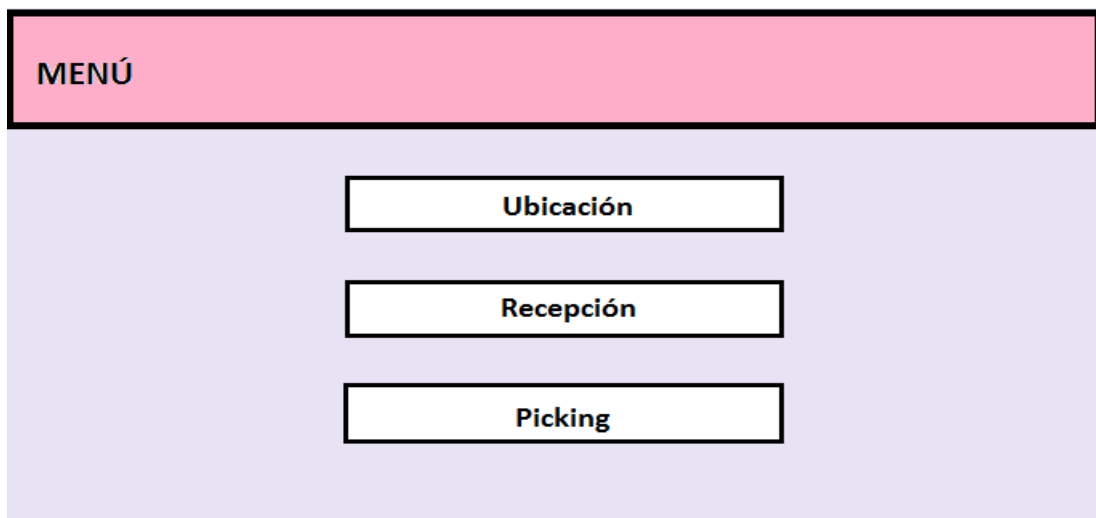
La primera figura (véase Figura 3.9), será la encargada de recoger los datos de registro del operario/gafa para poder entrar en el sistema y asignarle los pedidos a realizar.



The screenshot shows a login interface. At the top, there is a pink header bar with the text "BIENVENIDO". Below this, the text "Introduzca su usuario y su contraseña" is displayed. There are two input fields: "Usuario" and "Contraseña", both represented by yellow rectangles. At the bottom, there are two buttons: "Registrarse" and "Salir".

Figura 3.9 Interfaz solución: Login

Es necesario que haya una pantalla en la que el trabajador elija para qué actividad se va querer utilizar en las gafas inteligentes. Este proyecto se centra en el proceso de picking pero en ubicación y en recepción también se utiliza el terminal de RF por lo que se ha considerado apropiado que está aplicación en un futuro de soporte a estas dos actividades. (Figura 3.10)



The screenshot shows a menu interface. At the top, there is a pink header bar with the text "MENÚ". Below this, there are three buttons stacked vertically: "Ubicación", "Recepción", and "Picking".

Figura 3.10 Interfaz solución: Menú

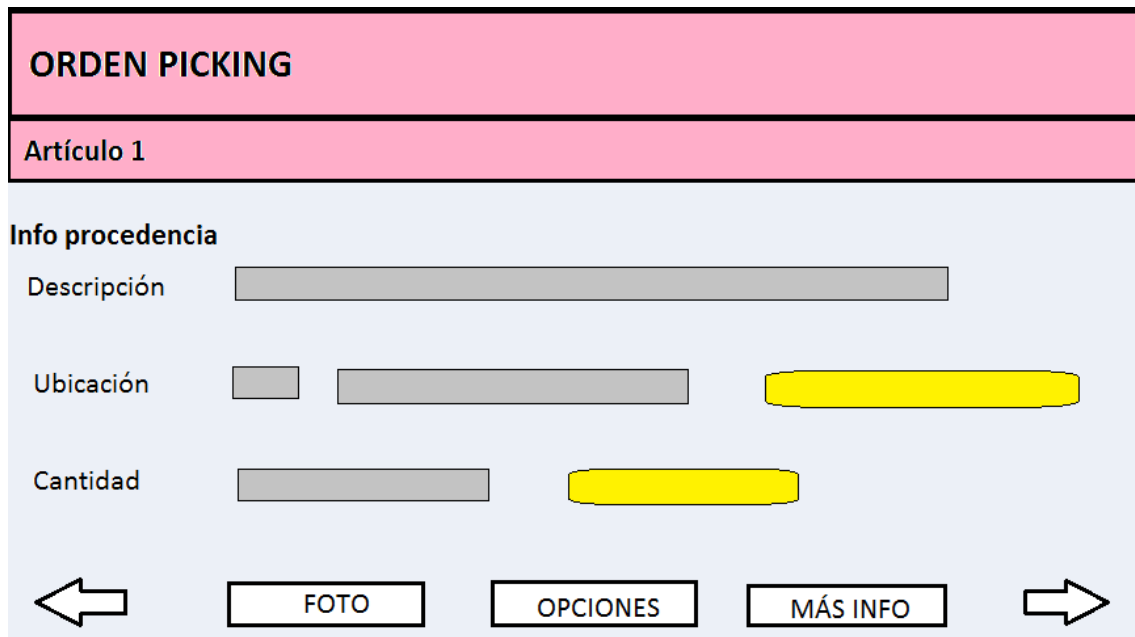
Hasta ahora las dos pantallas mostradas sirven para que el sistema sea capaz de segmentar los pedidos y mostrar el que debe realizar ese trabajador. En las dos siguientes figuras podremos ver cómo va a ser la nueva orden de trabajo de picking. Se recuerda que, en la orden de trabajo actual (Véase Figura 2.5), hay información que no es relevante para el desarrollo del proceso, que conviene no eliminar pero que podría mostrarse en una pantalla secundaria.

Tras haber estado presente en algún proceso de picking, se ha podido identificar que campos son leídos por el operario para realizar la extracción de referencias, siendo los siguientes:

- Descripción
- Ubicación
- Cantidad

Por ello se añaden estos tres campos, con el objetivo que el operario no pierda tiempo con información innecesaria. El operario tendrá que añadir el código de la ubicación y si este es correcto lo siguiente será leer el código de barras de la referencia a extraer e indicar por voz el número de unidades que se extraen. Si alguno de estos datos no coincidieran saltaría un mensaje de advertencia. En la Figura 3.11 se aprecia que los cuadros de texto tienen diferentes colores. Las casillas a rellenar son las de color amarillo, las grisáceas son datos que nos aporta el sistema.

Con estos campos el operario es capaz de identificar que producto se quiere extraer con relativa facilidad. Hay veces que una misma ubicación comparte más de un producto, por ello junto a la orden de trabajo se le añade la opción de visualizar una foto del artículo, para que durante el trayecto entre ubicaciones el operario pueda visualizar una imagen de la prenda y la extracción se pueda hacer de manera visual.



ORDEN PICKING

Artículo 1

Info procedencia

Descripción

Ubicación

Cantidad

← FOTO OPCIONES MÁS INFO →

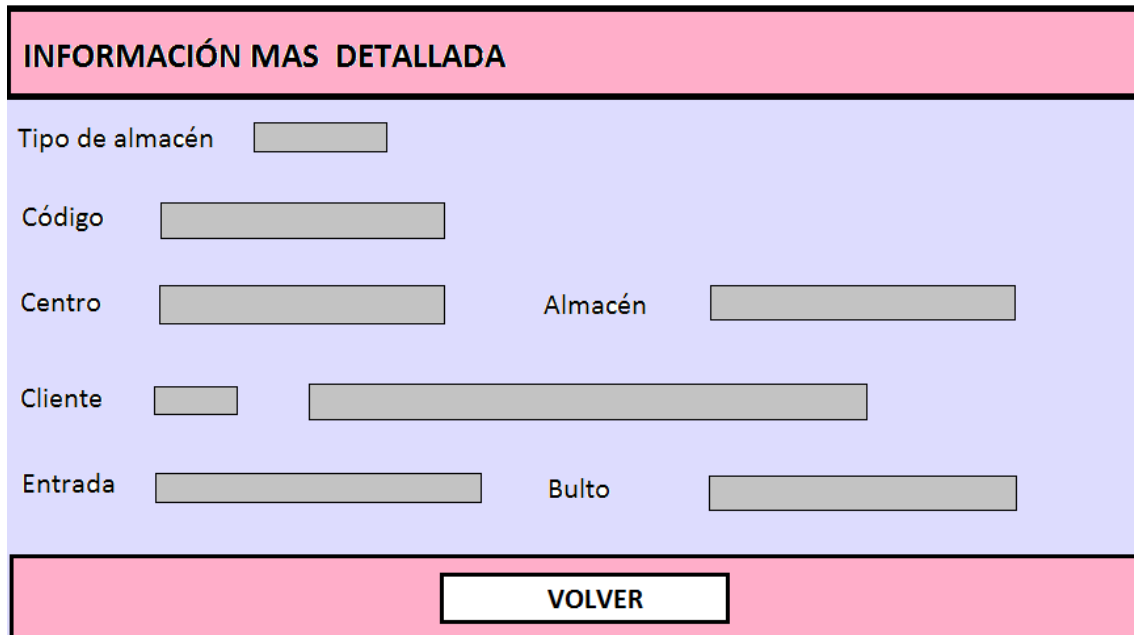
Figura 3.11 Interfaz solución: Artículo

Otros dos botones que posee esta ventana artículo son:

- *Opciones*: Donde se ubican los botones que estaban en la anterior orden de trabajo como reiniciar pedido, almacén de diferencia...Para estos botones no se diseña nada especial puesto que son funcionalidades extra que no van a ser utilizadas en este proyecto.

- *Más Info:* En el que aparecen los campos que están en la orden de trabajo generada por ITS pero que al no ser primordiales no aparecen en la nueva, como el código de material, el centro y almacén...

El diseño de estas interfaces se busca que sea lo más “LEAN” posible, es decir, la información que se considere innecesaria se debe eliminar. Al no tener la potestad de cambiar el rango de prioridades de la empresa cliente, esta información no se descarta pero pasa a un segundo plano, y sólo será visualizada si se accede a ella de manera voluntaria. Podemos ver el diseño de esta ventana en la Figura 3.12.



The interface is titled "INFORMACIÓN MAS DETALLADA" in a pink header. Below the header, on a light blue background, are several input fields: "Tipo de almacén" (small), "Código" (medium), "Centro" (medium), "Almacén" (medium), "Cliente" (small and long), "Entrada" (medium), and "Bulto" (medium). At the bottom, on a pink background, is a white button labeled "VOLVER".

Figura 3.12 Interfaz solución: Más información

Las casillas anteriores serán rellenadas a partir de la información extraída de tablas de pedidos.

3.3 Diseño técnico

Partiendo del diseño de la interfaz entre el usuario y las gafas inteligentes, y conociendo que la información de los pedidos para realizar el picking se encuentra en tablas Z de SAP, se ha dedicado un tiempo a la búsqueda de las mejores alternativas tecnológicas que podrían llegar a hacer factible esta solución.

A continuación se presentan las alternativas indicando los pros y contras de cada una para posteriormente seleccionar la que se utilizó.

3.3.1 Posibles alternativas de arquitectura

La alternativa tecnológica debe ser compatible con las Vuxiz M100 (dispositivo Android) y con SAP, ya que es el ERP que tiene instalado el cliente. Uno de los requisitos que no se ha comentado anteriormente es que la actualización de los stocks en el ERP debe ser instantánea. La centralización de la base de datos característica de los ERP hace que cada módulo tenga que acceder a la misma información. Si un módulo como por ejemplo WM (*Warehouse Management*) asigna un pedido a un operario, el número de unidades a extraer de las referencias incluidas en ese pedido se deben bloquear hasta que se realice el pedido y actualizar en la base de datos cuando el pedido se haya completado. Así cuando otros módulos como compras o ventas accedan a la base de datos, se la encontrarán actualizada. Una de las muchas ventajas que acarrea esta forma de trabajar es que se evitan problemas de roturas de stock por tener información desactualizada.

Si además de lo anterior añadimos que la solución debe permitir que varios operarios trabajen simultáneamente, hace que el prototipo requiera de una buena conexión con los servidores para intercambiar datos y evitar desconexiones que echen a perder pedidos inicializados.

Esta conexión tiene como objetivo descargar de los servidores los datos de los pedidos que se encuentran almacenados en tablas Z de SAP. En nuestro caso al ser un prototipo estas tablas van a estar generadas antes de conectarse pero en el caso del cliente las tablas se descargan de los servidores y se generan únicamente cuando el servidor recibe una petición para crearlas. Además en la vida real al trabajar con un volumen de datos mayor conviene conectarse lo menos posible a esos servidores, y que la conexión sea lo más eficiente posible para descargar la información necesaria una única vez a ser posible.

Estudiando alternativas que cumplieran los anteriores requerimientos, se llegó a la conclusión de trabajar con los dos siguientes casos:

- Conexión sin utilizar tecnología SAP.
- Conexión utilizando tecnología propia de SAP.

3.3.2 Conexión sin utilizar tecnología SAP

La primera alternativa que se planteó fue desarrollar toda la solución en una aplicación Android. La integración de la aplicación con las Vuzix no generaría ningún problema porque ambas comparten sistema operativo.

Además, el diseño de la interfaz es relativamente sencillo de conseguir ya que Android permite programar gráficamente. De una ristra de elementos se selecciona el necesario y se coloca en la pantalla de la aplicación en la posición deseada y con el tamaño/color deseado. El movimiento entre pantallas tampoco es complicado, únicamente habrá que crear otros archivos *.java* y vincularlos entre ellos.

El inconveniente que tiene esta solución es que al ser independiente de SAP los datos de los pedidos, al encontrarse programados en ABAP, no son tan accesibles como si se trabajase dentro de un entorno SAP. La solución encontrada a esta dificultad requeriría los siguientes pasos:

- La aplicación mandaría una petición a SAP con los datos a obtener, por medio de una URL.
- Descargar las tablas Z de pedidos de la base de datos.
- Cambiar el formato de datos de ABAP a JSON.
- Crear una tabla interna que guardase los datos.
- Leer los campos necesarios de la tabla y que los muestre la aplicación.
- Realizar el proceso de picking.
- Realizar el proceso inverso para actualizar la base de datos de SAP.

La siguiente figura muestra cómo sería el proceso:

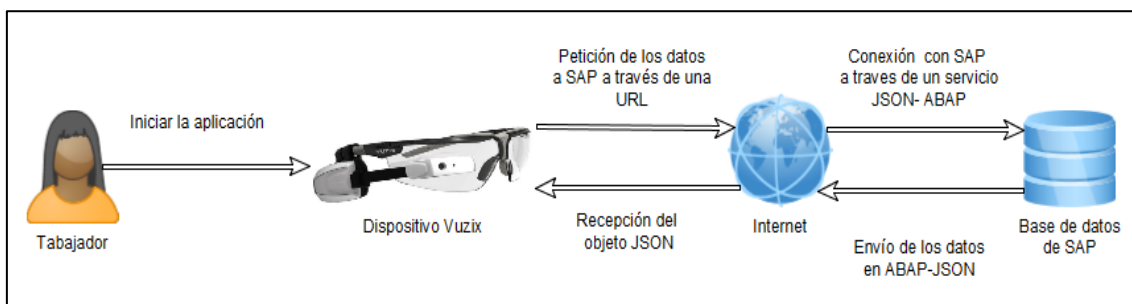


Figura 3.13 Sincronización Android App con tablas SAP

Al final esta alternativa no fue elegida por lo siguiente:

- En el proceso anterior vemos cómo cada vez que se actualiza un valor hay que estar mandando requerimientos y estar descargando y subiendo archivos. Si se trabaja con ficheros pequeños esto no debe ser un problema, siempre y cuando la conexión a Internet sea buena, pero si el fichero tiene cierto peso puede generar una demora en el proceso.
- Es cierto que las Vuzix M100 poseen Android como sistema operativo, pero al desarrollar una solución en Android se cierran oportunidades de ejecutar esta

aplicación en otro dispositivo que no poseyera este sistema operativo. Además que para ejecutar la aplicación antes ha tenido que haberse instalado en el dispositivo físico en el que se vaya a ejecutar.

3.3.3 Conexión utilizando tecnología propia de SAP

El inconveniente de tener que estar descargando archivos y cambiándoles de formato no aparece con esta alternativa. Ya que se trabaja desde dentro de SAP con el mismo lenguaje de programación ABAP.

Dos opciones se barajaron a partir de esta alternativa, resultando la segunda elegida como solución del proyecto.

- **SAP ITS**

Esta alternativa (Figura 3.14) se tuvo en cuenta porque se partía del conocimiento adquirido de la implantación del ITS en los terminales Motorola MC 3190R, pero rápidamente se descartó porque las gafas inteligentes son una tecnología de última generación, mientras el ITS es una tecnología obsoleta. La poca flexibilidad de programación que aporta el ITS haría que no se sacase el máximo partido a las *Smart Glasses*.

Sin embargo, el entender el funcionamiento de esta tecnología ayudó al aprendizaje del funcionamiento de la siguiente tecnología, que fue la elegida.

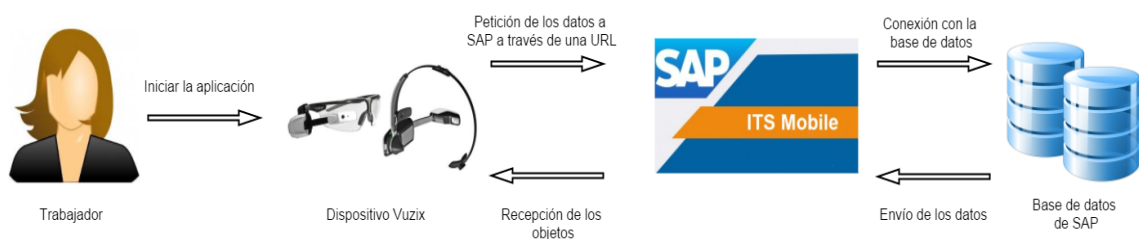


Figura 3.14 Arquitectura alternativa ITS

- **SAP Web Dynpro**

La web Dynpro es el servicio que ha sacado SAP como sustituyente de la tecnología ITS. La programación independiente del modelo y las vistas hace que implantar el diseño en una aplicación sea una tarea sencilla, más incluso que Android.

La programación de las interfaces es más flexible que la tecnología ITS, adaptándose a la perfección a los requerimientos del proyecto.

Android ofrece más alternativas a la hora de programar que Web Dynpro, es decir, se pueden hacer más “cosas”, pero también requiere un mayor conocimiento a la hora de su programación. Desde una aplicación Android se puede llamar a otra, véase el caso de usar el escáner incorporado en las gafas dentro de la aplicación de la solución. Esta posibilidad aún está pendiente por desarrollar en web Dynpro.

Sin embargo la facilidad a la hora de conectarse a la tablas Z de SAP desde la web Dynpro no la ofrece Android. Desde una orden en ABAP se llama a la tabla como un elemento interno para acceder a los campos y modificarlos o simplemente leerlos. El código de esta orden tiene muchas similitudes con SQL. Véase Figura 3.15.

Otra característica que se considera fundamental es que el acceso a la web Dynpro se hace mediante una URL. Esto es una ventaja respecto a Android, ya que no es requisito poseer un sistema operativo determinado, únicamente con tener un navegador que soporte las características de la URL es suficiente.

Las aplicaciones multiplataformas son muy demandadas por los clientes ya que si se quisiera hacer alguna migración de sistemas o dispositivos a unos más actuales, esta aplicación no daría problemas que es uno de los mayores quebraderos de cabeza que tienen las compañías hoy en día.

Para desarrollar una aplicación en SAP, es necesario poseer un usuario con licencia de desarrollador, pero una vez creada la web ya no es necesario logarse, vale con cualquier usuario SAP. Por lo que al cliente que se le instale no le va a suponer un gasto adicional.



Figura 3.15 Arquitectura alternativa Web Dynpro ABAP

Estas fueron las razones que ayudaron a decantarse por la Web Dynpro como solución. Para que el acceso a la aplicación fuera más cómodo desde la gafa, se creó una aplicación en Android que tenía como objetivo llevar a la URL automáticamente tras pulsar un botón.



Capítulo 4 - IMPLEMENTACIÓN

En el capítulo anterior se seleccionó a la tecnología Web Dynpro como la mejor alternativa para realizar la aplicación que permite que la implementación de las Vuzix M100 en un proceso de picking sea una realidad. Respetando la fase de diseño, se consigue crear un prototipo que puede ser integrado en unas gafas inteligentes que soporten Android para poder realizar una simulación de un proceso picking real.

Como ya se ha comentado este proyecto tiene un gran componente de innovación, por lo que hay que entender que una parte de las ideas propuestas hoy en día no están disponibles pero se entiende que al ser tecnologías que se encuentran en pleno crecimiento, en un futuro cercano se podrán llevar a cabo, de la manera propuesta o incluso de otra más innovadora.

El plan de implementación ayudará a entender la estructura del capítulo. Gracias a un breve resumen de cada fase se entenderá la lógica que envuelve los siguientes subapartados, que comenzarán con la programación de la parte de ABAP.

Como suele ser habitual en toda integración aparecieron una serie de obstáculos imprevistos. Posteriormente se comentarán brevemente las alternativas que se barajaron para solucionarlos, y cómo se solucionaron.

Solucionados los inconvenientes relacionados con implementación se prosigue entrado más en detalle en otras fases importantes del proyecto como son: Programación App Android y Ejecución de la aplicación en la gafa.

Al final el capítulo el lector tendrá una visión de lo que se ha hecho que le permitirá entender con más facilidad el capítulo de Experimentación.

4.1 Plan de implementación

A continuación se muestra el plan de implementación (Figura 4.1) para llevar a cabo el prototipo:

▪ Creación de una Web Dynpro en lenguaje ABAP

En este punto se materializará el diseño del layout de las principales pantallas y la secuencia que éstas tendrán como se ha definido en el capítulo anterior. Lo primero que se hará es generar el modelo-vista-controlador que definirá la web Dynpro. Posteriormente se irá generando cada vista con sus funcionalidades. Conforme se vayan generando las vistas se irán creando enlaces de navegación entre ellas que será los que definan la secuencia de ventanas de la aplicación.

El proceso de generar vistas es muy similar, sólo se diferencia en las funcionalidades que tenga cada una. Por lo que se explicará cómo se han programado las dos primeras ventanas y se creará un enlace de navegación entre ellas para que sirva de orientación al lector de cómo se harían el resto. Las funcionalidades que difieren de lo común se explicarán aparte.

▪ Agrupar los pedidos en una tabla y cargarlos en la aplicación web Dynpro

Uno de los requerimientos del cliente es que la aplicación funcione de manera similar a como ha estado funcionando hasta entonces. Por ello se debe crear una tabla en SAP donde se cargarán los pedidos a realizar su proceso de picking y se le asignarán a un cliente ficticio.

Una vez creada la tabla, se vinculará con la web Dynpro.

▪ Visualización de la Web Dynpro en diversos dispositivos

Terminada la web Dynpro, ésta se probará en distintos dispositivos como ordenadores y smartphones para ver si existe algún inconveniente que pudiera aparecer y solucionarlo antes de hacer la prueba en la gafa.

▪ Integración app en la gafa

- Aplicación en Android

Como ya se ha comentado el sistema operativo de las Vuzix M100 es Android, por lo que se creará una aplicación que cargue automáticamente la URL que se genera al crear una web Dynpro.

- Instalar .apk en la gafa

Para exportar cualquier aplicación Android a otro dispositivo hay que transformar en formato .apk. Este formato es reconocido por el Gestor de

Archivos del Sistema Vuzix M100 que será el encargado de instalar la aplicación en la gafa.

- Hacer funcionar la aplicación en la gafa

Por último se debe probar la aplicación dentro de la gafa para ver cuáles son sus puntos débiles que puedan afectar en su uso .

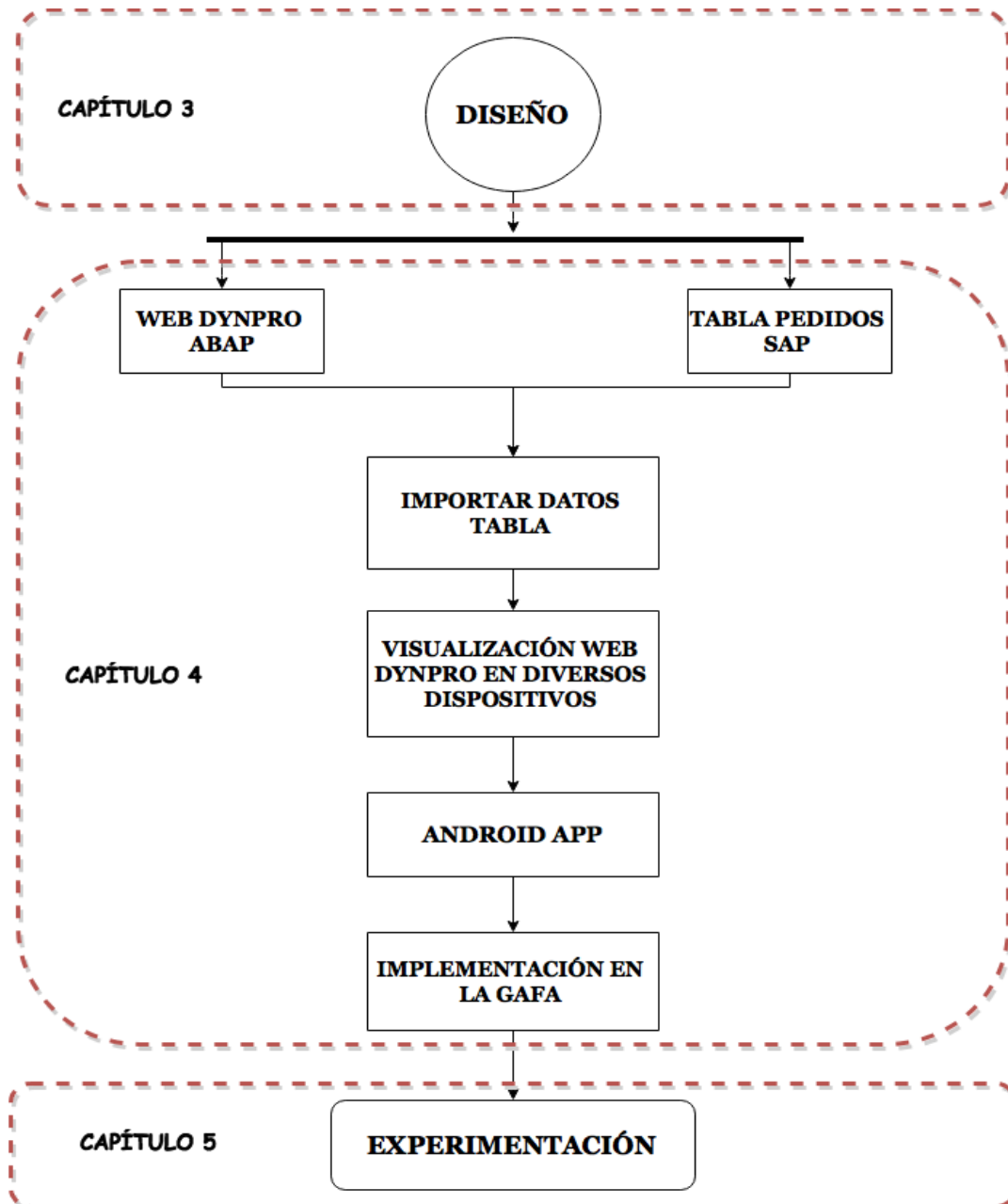


Figura 4.1 Plan de implementación

4.2 Desarrollo Web Dynpro

Habiendo debatido en el capítulo anterior los pros y los contras de la elección de esta tecnología, se procede a explicar cómo se ha desarrollado la aplicación. En este apartado se enseñará a programar vistas dentro de una web Dynpro, relacionarlas, y diseñarlas para que muestren la información requerida en cada momento. Además, también se visualizarán los métodos que han sido necesarios aplicar para que el funcionamiento de la web Dynpro sea el deseado. Esta solución carga los pedidos de una tabla creada en SAP. Se ilustrará la manera en que se generó la tabla y cómo se seleccionaron los datos necesarios para completar las ordenes de trabajo.

Lo primero de todo es necesario poseer un usuario con licencia de desarrollador para poder programar la web Dynpro. Este usuario debe conectarse al servidor donde se ejecutará la aplicación. En nuestro caso recordamos que es necesario que esté encendida una máquina virtual. (Ver Figura 4.2)

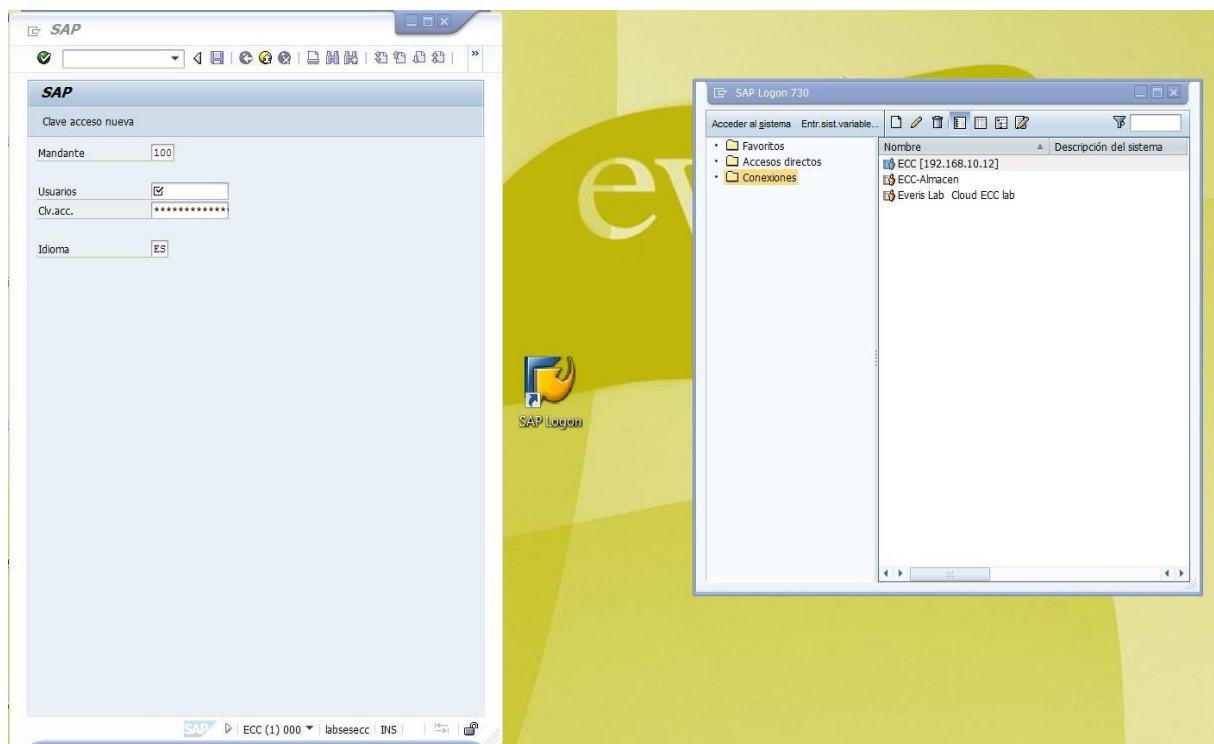


Figura 4.2 Acceso a SAP

Una vez dentro del sistema SAP se puede observar el menú donde se alojan todos los módulos de este ERP (Figura 4.3). Aquí podríamos acceder a la parte de Warehouse Management que

se encuentra dentro de la carpeta de logística. Para el desarrollo de la aplicación no es necesario acceder a este módulo únicamente con saber cómo tiene el cliente declarada sus ubicaciones nos sirve.

Para la creación de la web Dynpro se debe insertar la transacción se80, que es la que nos va permitir acceder al entorno de desarrollador Web Dynpro. Una vez ejecutada esta transacción, habrá que declarar al sistema que se va querer trabajar con una Web Dynpro.

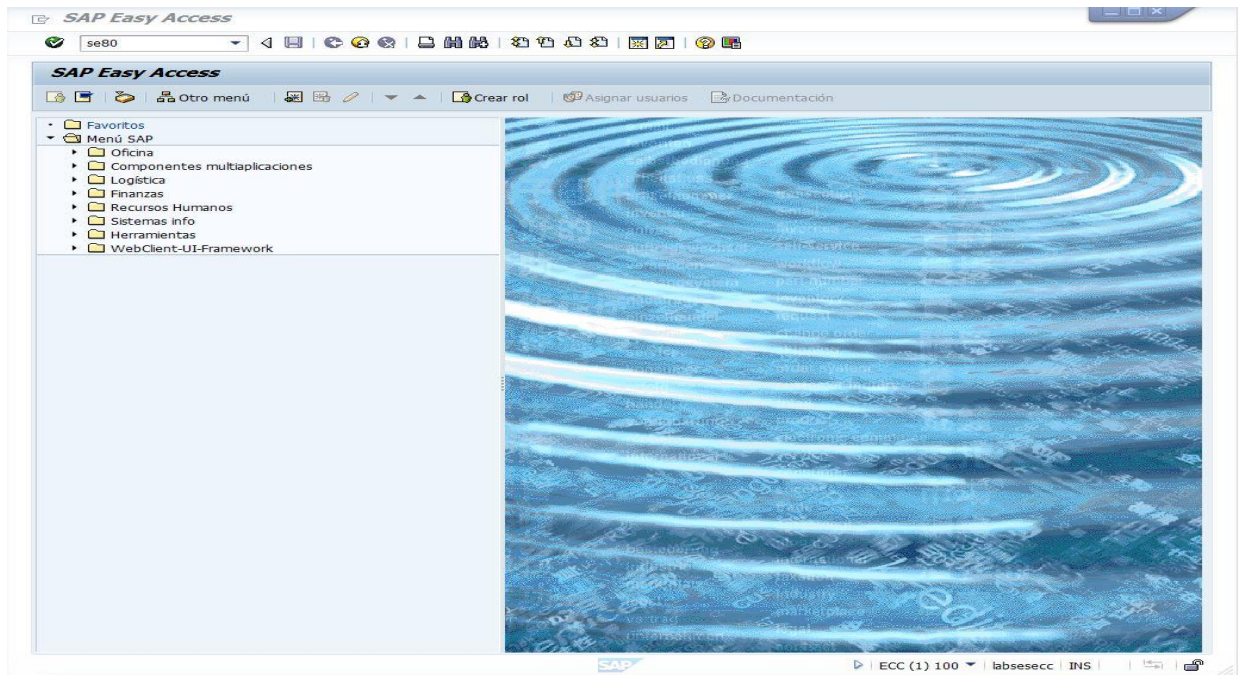


Figura 4.3 Menú SAP

Como se puede observar en la Figura 4.4, el nombre de la Web Dynpro es Z_Captura. Este objeto se ha creado con el objetivo de ir mostrando al lector cómo se ha ido desarrollando la web Dynpro desde el inicio.

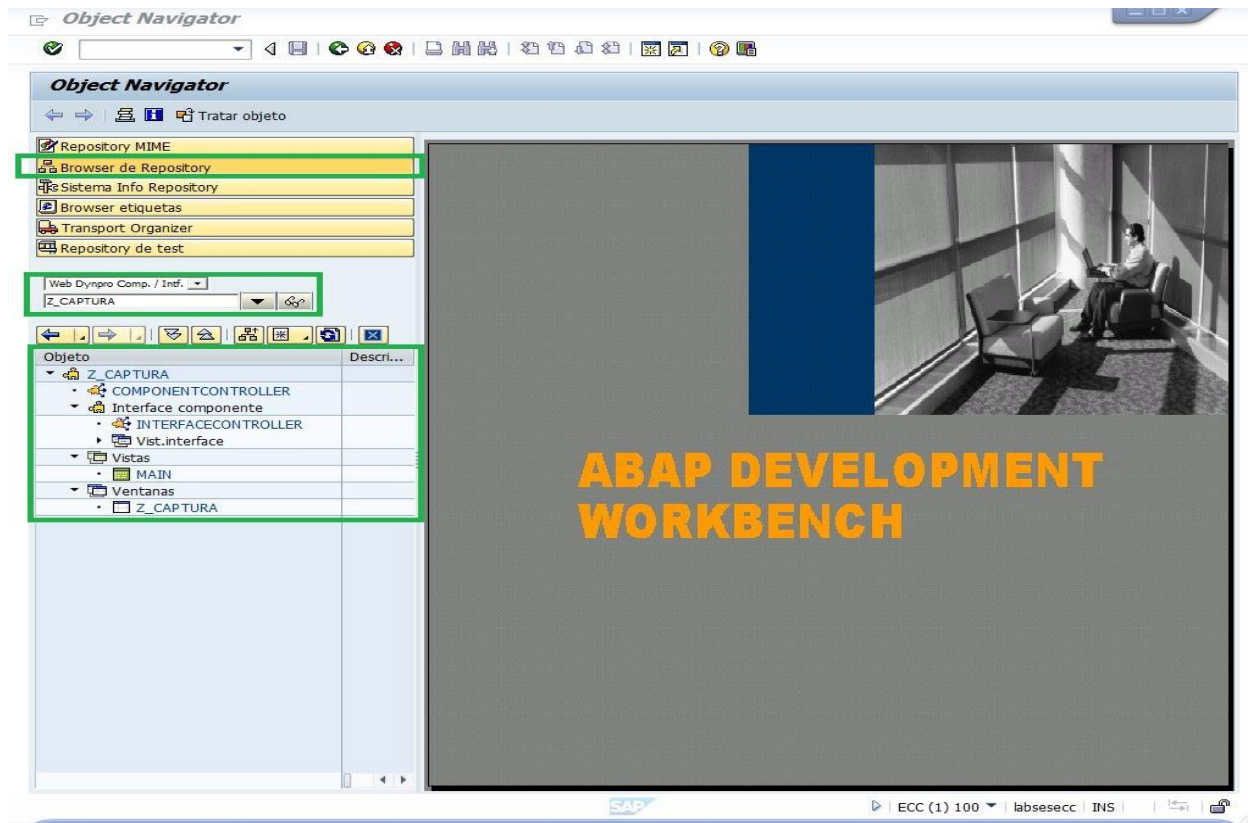


Figura 4.4 SAP Development Workbench

4.2.1 Componentes Web Dynpro

Ya se comentó en el capítulo 2, la arquitectura que posee “Web Dynpro for ABAP” basada en Model-View-Controller facilita mucho la programación, ya que la vista es independiente al modelo y juntos se integran gracias al controlador. Si nos detenemos en los elementos que forman la Z_Captura vemos lo siguiente:

- **Component Controller:** dentro de él se crean los nodos y atributos que formarán parte de la web Dynpro.
- **Interface Componente:** sirve para relacionar los componentes entre sí.
- **Vistas:** en las vistas se insertan los elementos que forman parte de cada plantilla. Dentro de ellas se programa la funcionalidad de cada elemento presente, a través de distintos métodos. También se podrá diseñar el layout que se quiere que tenga cada plantilla, así como los nodos y atributos que son necesarios que aparezcan en el contexto de ella. Por último, si se quiere moverse entre las plantillas hay que indicarlo dentro de cada vista.

- **Ventanas:** la movilidad entre vistas, no es posible si no se crea un enlace de navegación entre pantallas. Habrá que indicar el origen y el destino de la ruta. Estas rutas se crean en este elemento.

4.2.2 Programación de una vista

Una vez explicados los elementos que forman la web Dynpro, se comenzará a programar. Para ello hay que activar el modo “Change”. Cuando se diseñaron las plantillas necesarias para que el proceso de picking fuera satisfactorio, se ha comentado que en la primera pantalla el trabajador tenía que registrarse con su usuario para que se cargasen los pedidos que se le habían asignado. Para que este registro fuera satisfactorio se necesitaba que la plantilla tuviera dos campos a rellenar y un botón para entrar al sistema. Este hecho se consigue de la siguiente manera:

- En el contexto del “Component Controller” se crea un nodo (NODO) y dentro de ese nodo se añaden dos atributos (USUARIO & PASSWORD), uno para el usuario y otro para la contraseña. Estos atributos se referenciarán más adelante a las casillas donde el trabajador se registrará. Véase Figura 4.5

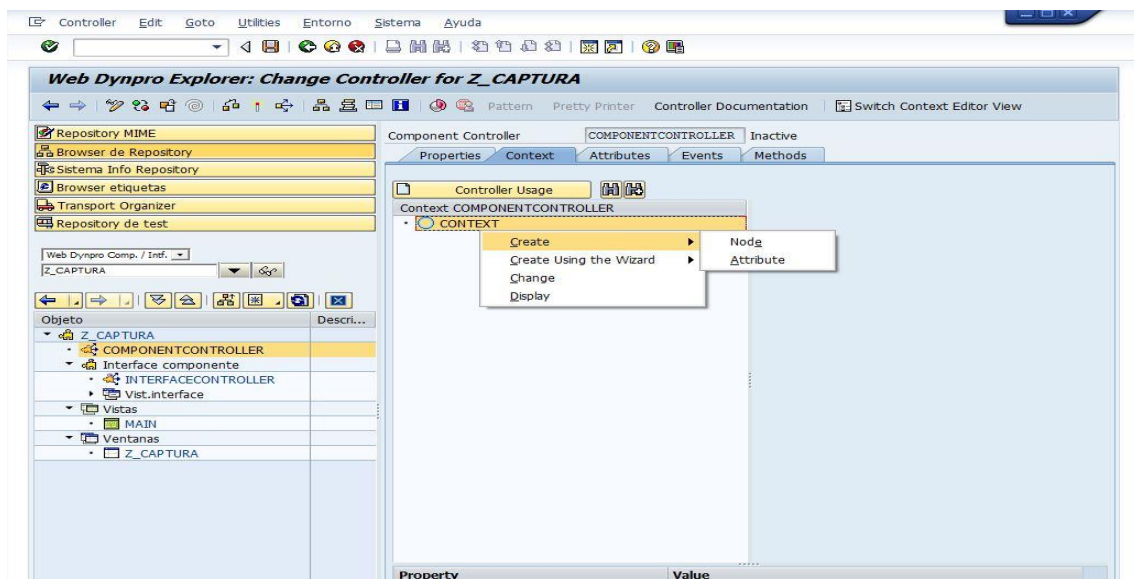


Figura 4.5 Creación de nodos y atributos

- En la vista “MAIN” insertaremos los elementos necesarios para que la plantilla se parezca a lo diseñado (Figura 4.6). Los elementos que se van a utilizar son:

- Page Header (x1): cabecera.

- Text View (x1): mensaje con instrucciones.
- Label (x2): etiqueta a una casilla.
- Input Field (x2): casillas donde se meten los inputs.
- Button: botón.

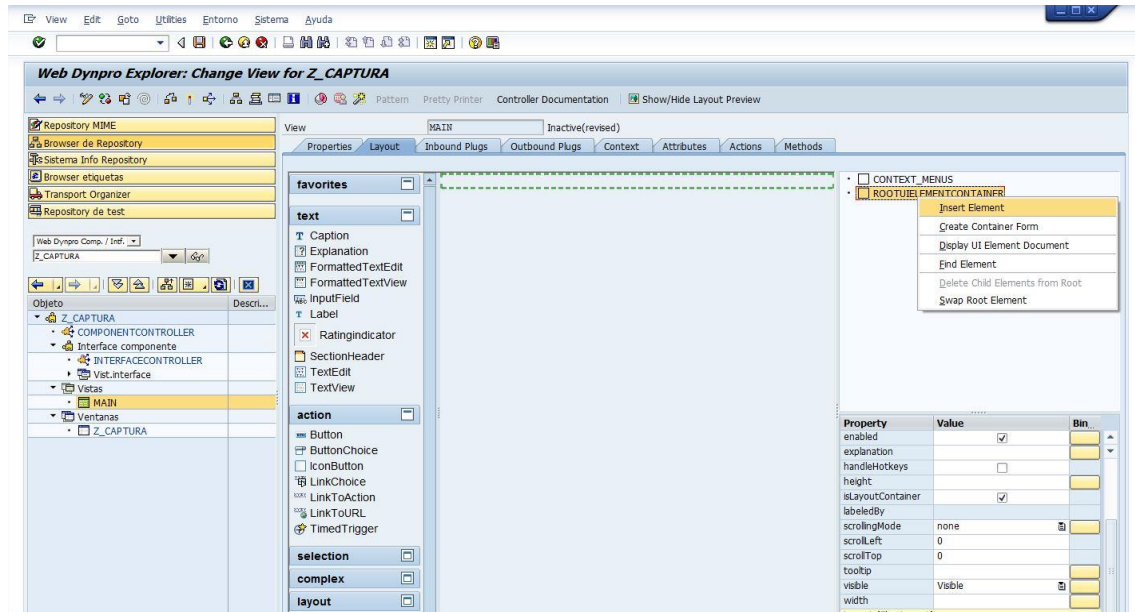


Figura 4.6 Insertar elementos dentro de una vista

- c) Una vez creado y colocados en la mejor disposición los elementos que forman la vista MAIN, hace falta asignar la referencia a un atributo para que los inputs se guarden en una variable interna. Para ello en el contexto de la vista debemos asignar la variable NODO, que es el nodo que creamos dentro del Component Controller. Ver Figura 4.7

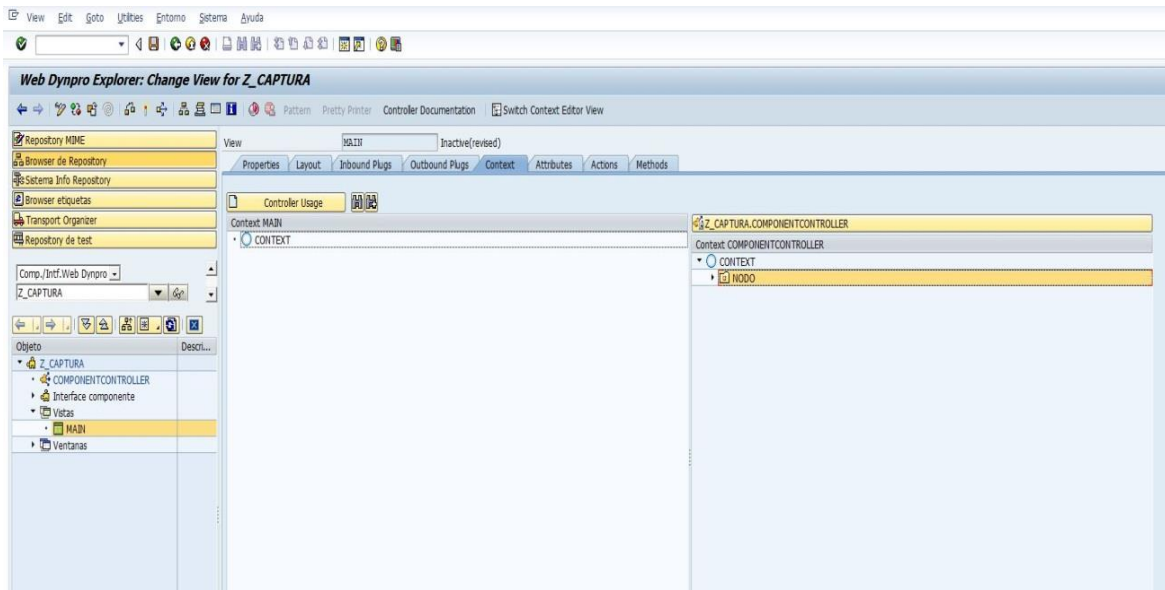


Figura 4.7 Context view

Dentro de la variable NODO, se encuentran los atributos USUARIO y PASSWORD. El atributo USUARIO queremos que esté vinculado a la casilla1, la que posee la etiqueta nombre. Para que el valor insertado en esa casilla se guarde en USUARIO se debe indicar el que el valor de ese campo pertenece a dicho atributo. Véase Figura 4.8

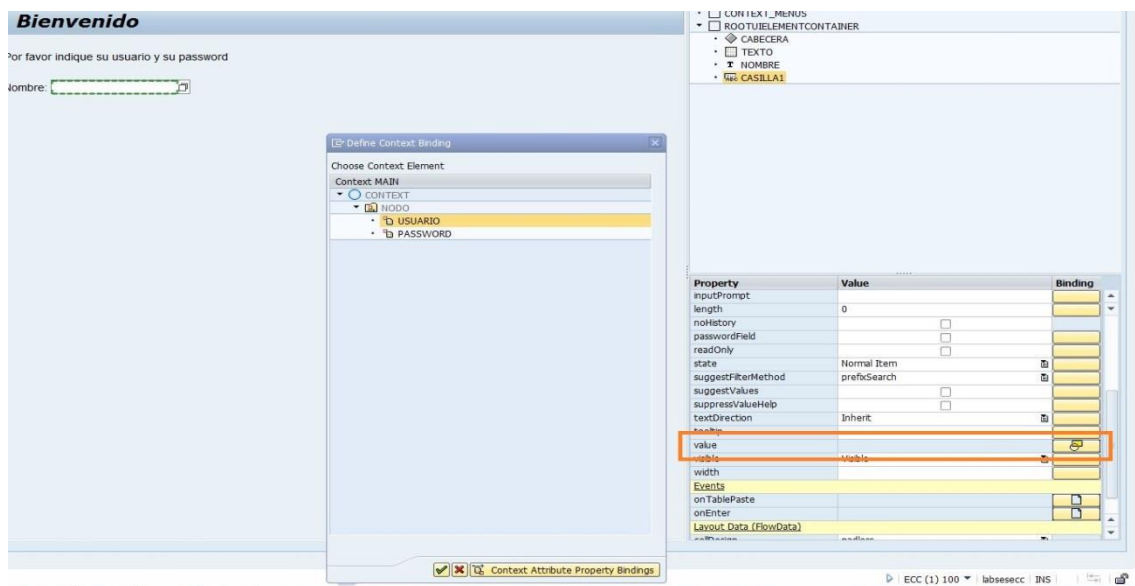


Figura 4.8 Value Input Field

- d) Para terminar con la creación de esta plantilla, se va a mostrar al lector cómo se crearía un método para que saltara una advertencia de error en el caso de que el usuario insertarse una contraseña incorrecta.

Una de las propiedades del elemento Input field es la de ejecutar un evento cuando se está escribiendo en él y se pulsa el botón enter. El nombre de la acción que

comprueba que valor de la contraseña es distinto a '01234', por ejemplo se le ha llamado Check. Figura 4.9

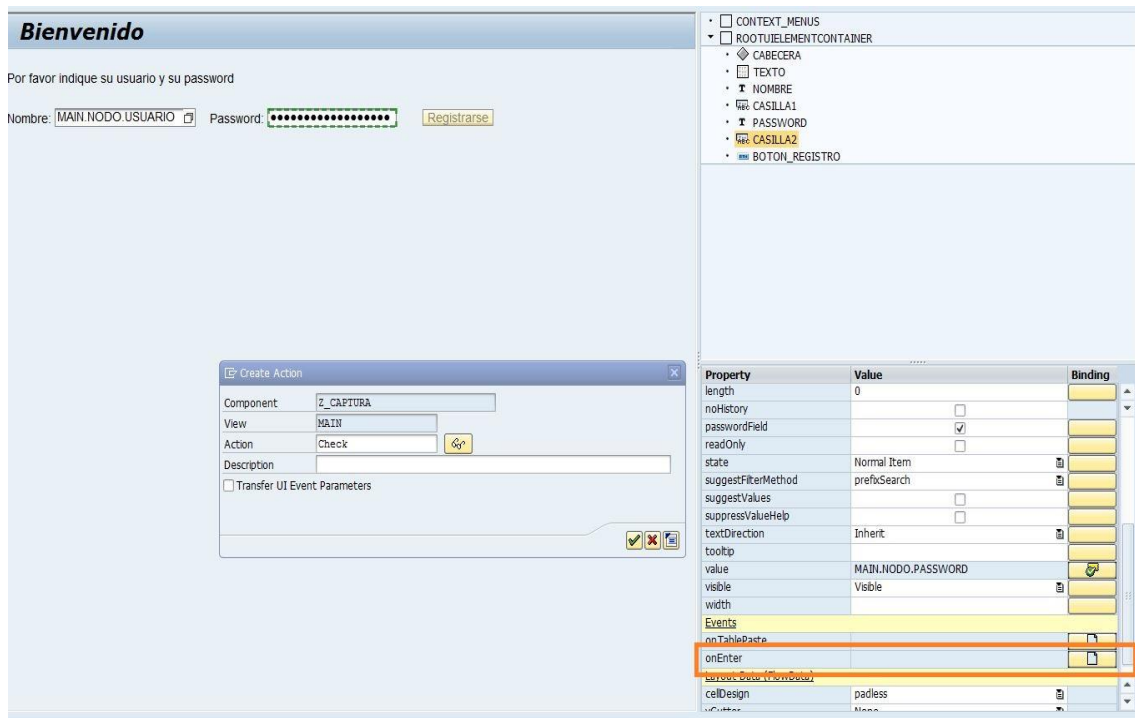


Figura 4.9 Acción OnEnter

Una de las ventajas que ofrece la programación en ABAP es que parte del código de los métodos ya se encuentra escrito en “Web Dynpro Code Wizard” o asistente de programación. Únicamente hay que adaptarlo para la condición particular.

Siguiendo con el ejemplo de Check. Cuando se crea la acción automáticamente se construye un método llamado “OnActionCheck”. Usando el asistente se podrá indicar al método que lea el valor del nodo y lo compare con un valor. Si los valores son distintos se le indicará que muestre un aviso. El método programado quedaría de la siguiente manera (Ver Figura 4.10):

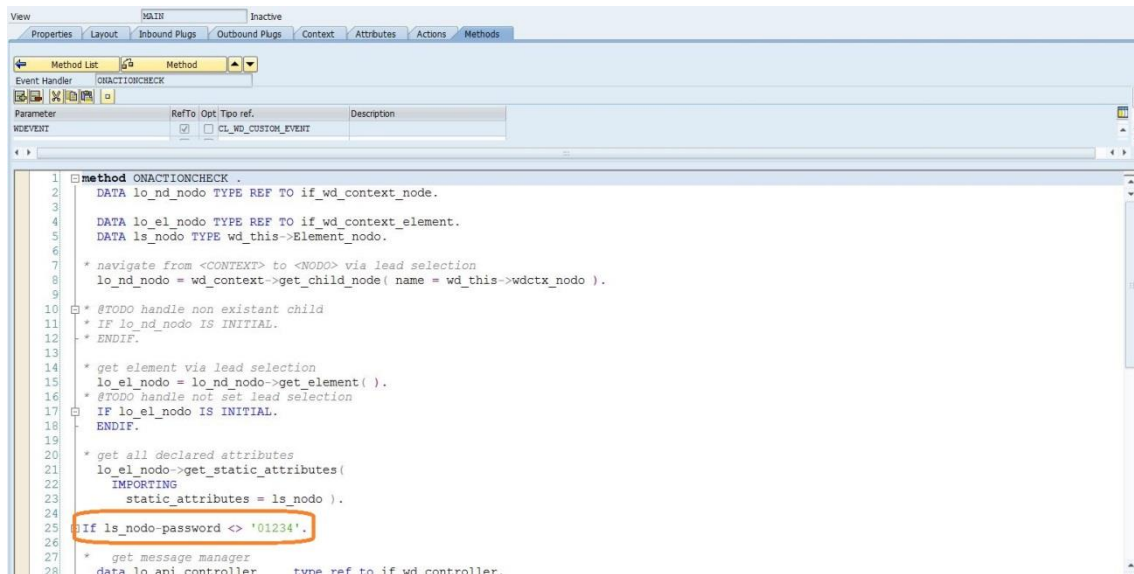


Figura 4.10 OnActionCheck (1)

En la figura anterior vemos que la sentencia If compara el valor del atributo PASSWORD, que se encuentra dentro del nodo NODO, con '01234'. Esta comparación es posible porque se le ha indicado al método que lea toda la información que contiene NODO y que importe sus valores. Para programar el mensaje de error se pulsa en la “varita”, que es el botón Wizard Code, y se selecciona la opción de generar un mensaje tipo WARNING. Como se muestra en la Figura 4.11.

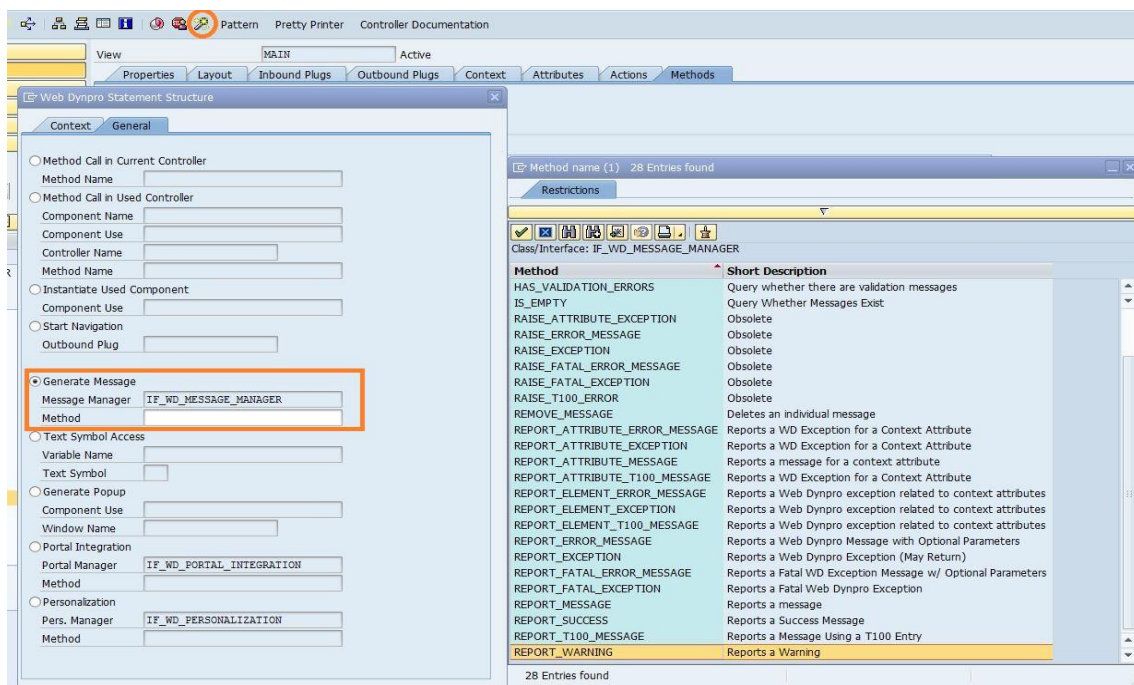


Figura 4.11 OnActionCheck (2)

Por último se escribe el mensaje de texto que se quiere que muestre el mensaje de aviso. Como se puede ver en la figura Figura 4.12 todo el código ha se añadido automáticamente gracias al asistente de programación, solamente ha habido que indicarle en que orden se quería que se ejecutasen las sentencia y añadirle alguna pequeña condición como fue el If.

```

28:  * get message manager
29:  data lo_api_controller      type ref to if_wd_controller.
30:  data lo_message_manager    type ref to if_wd_message_manager.
31:
32:  lo_api_controller ?= wd_This->Wd_Get_Api( ).
33:
34:  CALL METHOD lo_api_controller->GET_MESSAGE_MANAGER
35:  RECEIVING
36:  MESSAGE_MANAGER = lo_message_manager|
37:  .
38:
39:  * report message
40:  CALL METHOD lo_message_manager->REPORT_WARNING
41:  EXPORTING
42:  MESSAGE_TEXT      = 'Contraseña incorrecta'
43:  *  PARAMS          =
44:  *  MSG_USER_DATA   =
45:  *  IS_PERMANENT    = ABAP FALSE
46:  *  SCOPE_PERMANENT_MSG = CO_MSG_SCOPE_CONTROLLER
47:  *  VIEW            =
48:  *  SHOW_AS_POPUP   =
49:  *  CONTROLLER_PERMANENT_MSG =
50:  *  MSG_INDEX       =
51:  *  CANCEL_NAVIGATION =
52:  *  ENABLE_MESSAGE_NAVIGATION =
53:  *  COMPONENT       =
54:  *  RECEIVING
55:  *  MESSAGE_ID       =
56:  .
57:  endif.
58:
59:
60:  endmethod.

```

Figura 4.12 OnActionCheck (3)

4.2.3 Navegación entre plantillas

Terminada por completo la primera plantilla, lo siguiente por explicar es cómo se gestiona el tránsito entre plantillas en la web Dynpro. Se recuerda al lector que la tecnología ITS funciona a través de transacciones y que esta forma de programar aporta muy poca flexibilidad. En web Dynpro for ABAP se trabaja de forma distinta. Hemos creado una segunda plantilla llamada MENU (no admite acento), que es la inmediatamente posterior a MAIN. Esta plantilla tiene varios botones según se quiera realizar el proceso de picking, ubicación o el de recepción. Ver Figura 4.13.

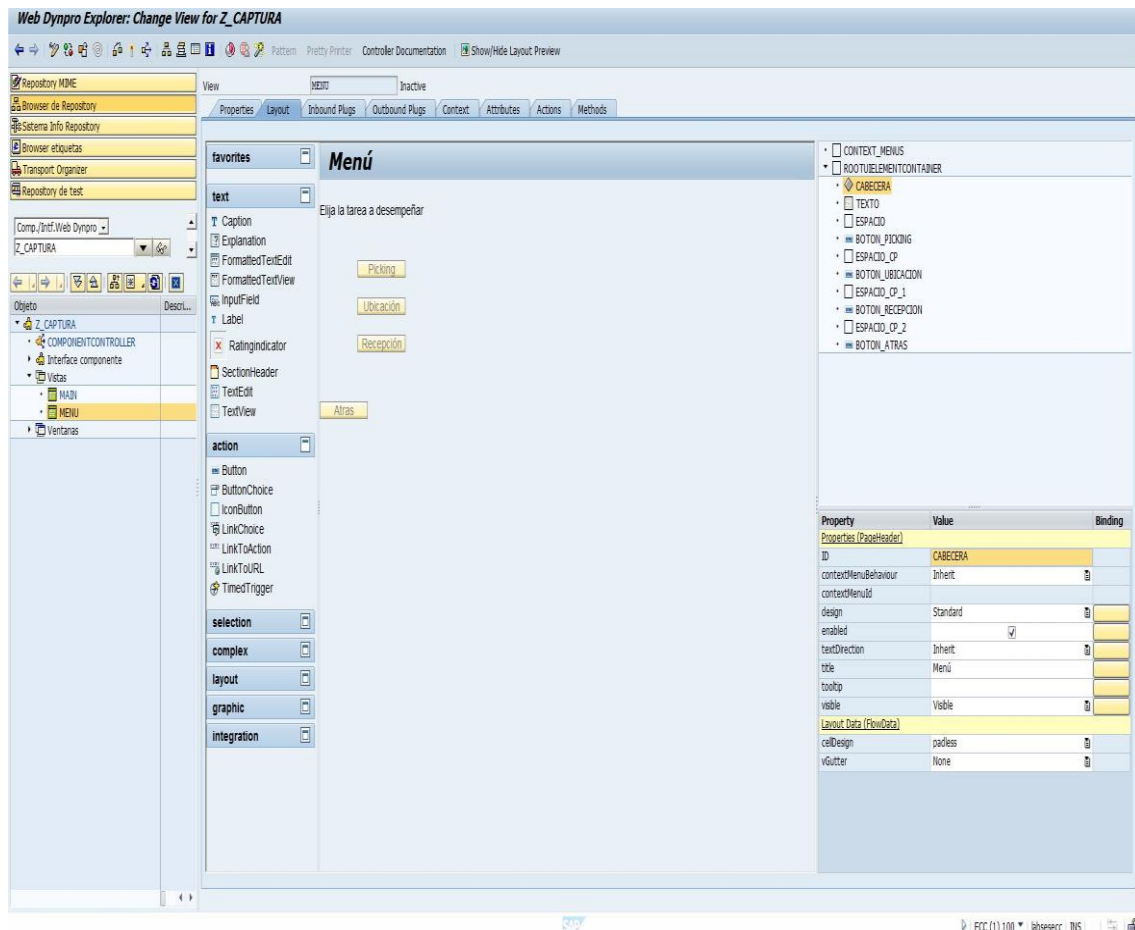


Figura 4.13 Plantilla 2. Menú

Los siguientes 3 pasos indican cómo se crea una secuencia entre vistas dentro de web Dynpro.

a) Outbound/Inbound plugs

Un *plug* es un elemento necesario para definir enlaces o conexiones entre ventanas. Los *out* son enlace de salida y los *in* marcan conexiones de entrada.

La vista MAIN es la que queremos que nos lleve a MENU cuando el usuario se registra, por tanto dentro de la pestaña Outbound plugs de MAIN se crea un plug llamado “Goto_menu”, que indicará que ese plug es de salida hacia otra vista. Figura 4.14.

Ahora se tiene que hacer algo parecido desde la vista MENU, pero esta vez se necesita un plug de entrada. Por lo que se crea un Inbound plug en esta vista llamado “infrom_main”, que indicará que desde MAIN se llega a MENU de alguna manera. Véase Figura 4.15.

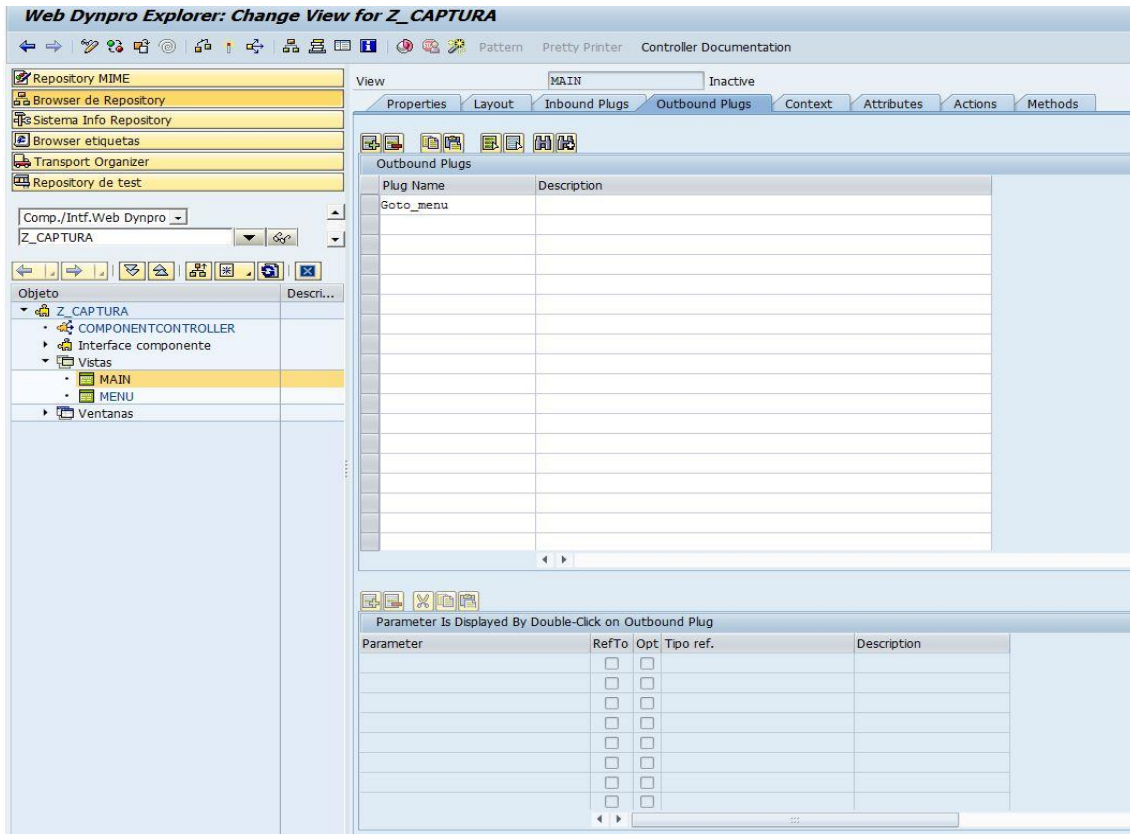


Figura 4.14 Outbound Plug

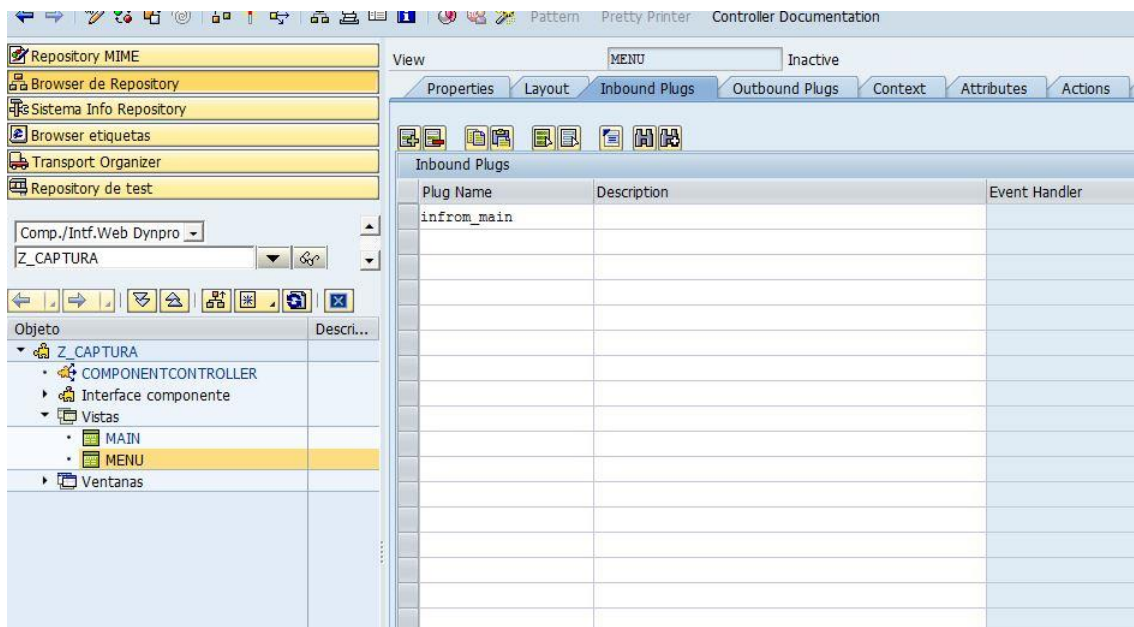


Figura 4.15 Inbound Plug

b) Crear Acción

Se recuerda de la existencia de un botón en la vista MAIN que su objetivo es llevar al usuario que lo pulse al menú principal. Como nadie se sabe cuál es la contraseña este botón siempre que es pulsado te lleva a la siguiente ventana. Para que esto funcione el botón debe tener asignado una acción que haga este proceso. Al igual que elemento input field tiene un evento asociado cuando se pulsa el botón “enter”, el elemento button tiene un evento llamado OnAction para cuando éste es pulsado.

La metodología para darle la funcionalidad a la acción es muy sencilla, por defecto se entiende que cuando se pulsa un botón tiene que aparecer algo después, es decir, tiene que llevarte a algún punto esa acción. Por ello se da un nombre a la acción, en nuestro caso “goto_menu” y se le asocia un Outbound Plug, el único que se ha creado hasta el momento es “GOTO_MENU” como indica la Figura 4.16. Al crear esta acción siempre que se pulse Registrarse se irá a la ventana Menú.

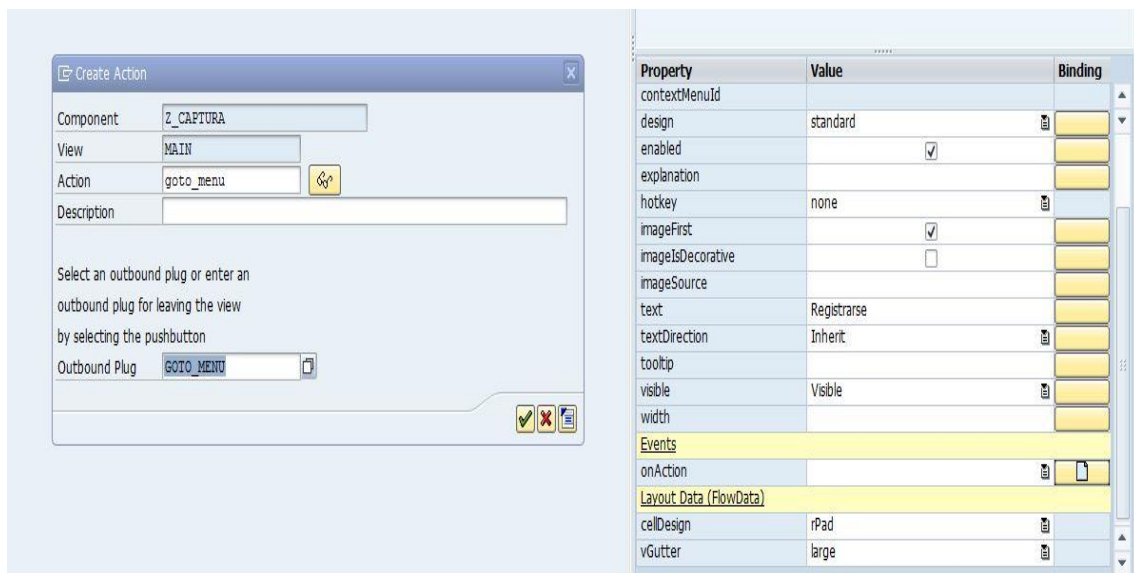


Figura 4.16 Acción GOTO

c) Enlace de navegación

Lo que queremos que pase dentro de la vista ya está programado, ahora lo que falta es que exista una secuencia entre las ventanas, puesto cuando se ejecuta una web Dynpro, al final son ventanas que van dando paso a otras ventanas.

Si seleccionamos la ventana Z_Captura por defecto sólo nos aparecerá la vista MAIN adherida a ella porque es la que aparece por defecto al crear una web Dynpro. La plantilla 2, llamada MENU se debe añadir como una ventana más. Arrastrando con el ratón la vista sobre Z_Captura se consigue este hecho.

Teniendo las dos vistas dentro de Window Z_Captura, iremos a la pestaña Window como se ve en la siguiente figura (Ver Figura 4.17). Para crear el enlace de navegación se arrastra el outplug proveniente de MAIN hacia INFROM_MAIN, el inplug creado en la vista MENU. El propio sistema pedirá que se confirme esta ruta por si hubiera habido un error en la selección de los plugs.

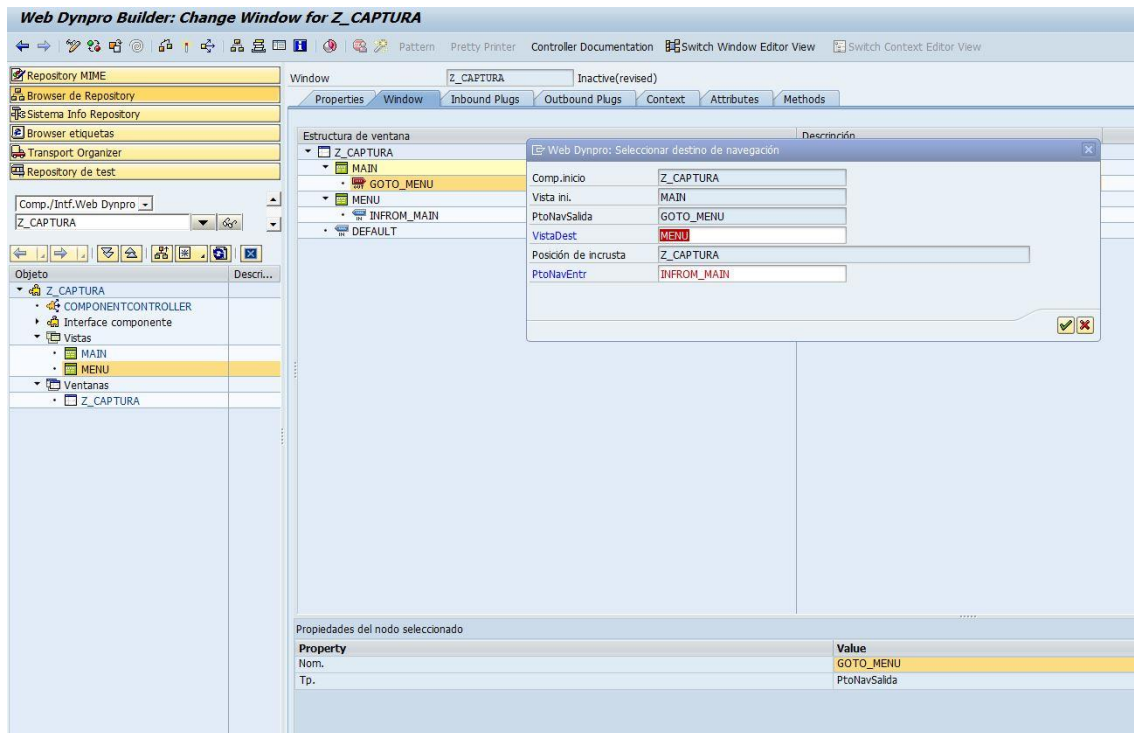


Figura 4.17 Enlace de navegación entre ventanas

4.2.4 Aplicación Web Dynpro

Después de haber relacionado las ventanas se va a crear una web aplicación web Dynpro para poder visualizar todo lo realizado. Pulsando el botón derecho encima de la web Dynpro Z_Captura se despliega un menú con opciones y se selecciona la de crear aplicación web. Esta acción se puede apreciar en la Figura 4.18.

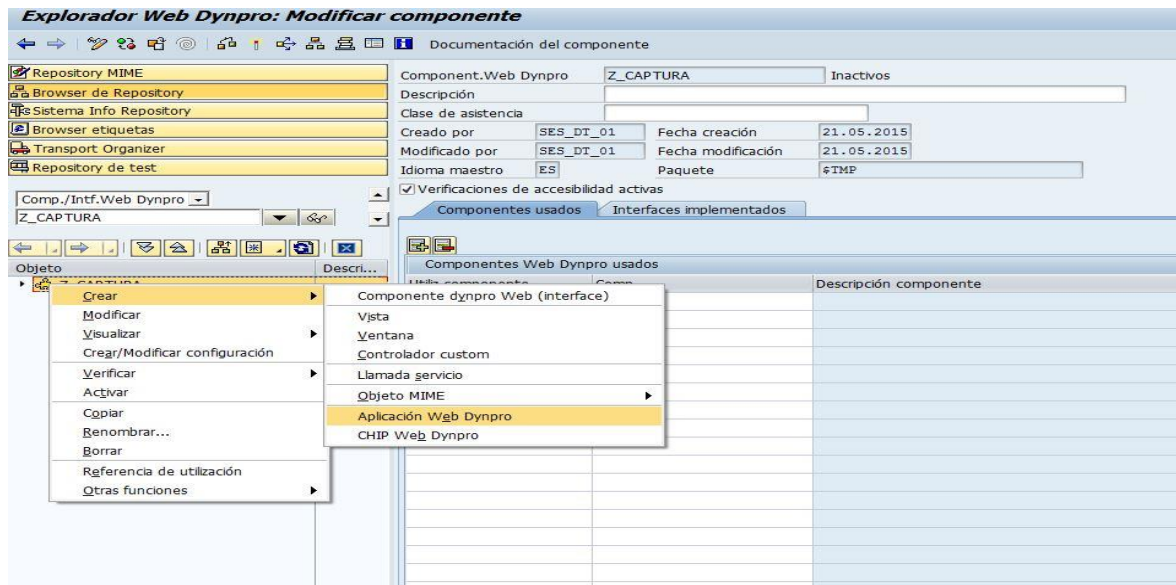


Figura 4.18 Crear Aplicación Web Dynpro

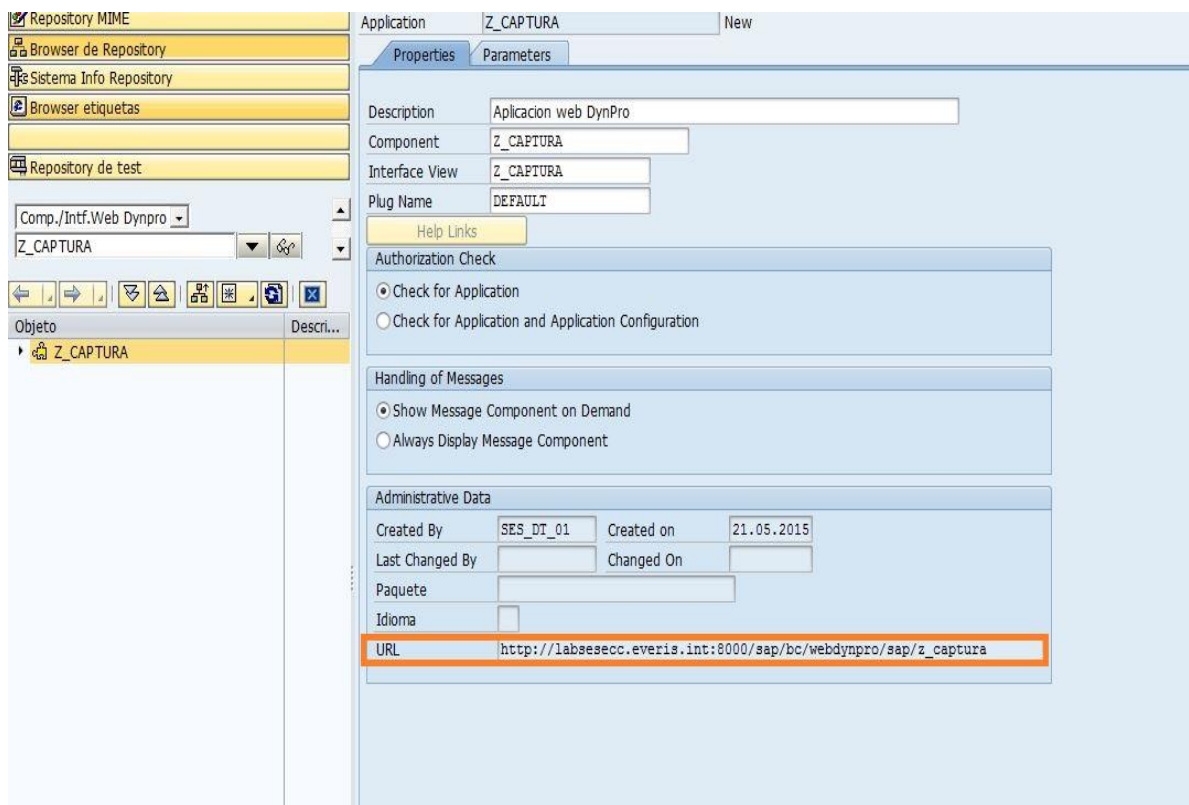
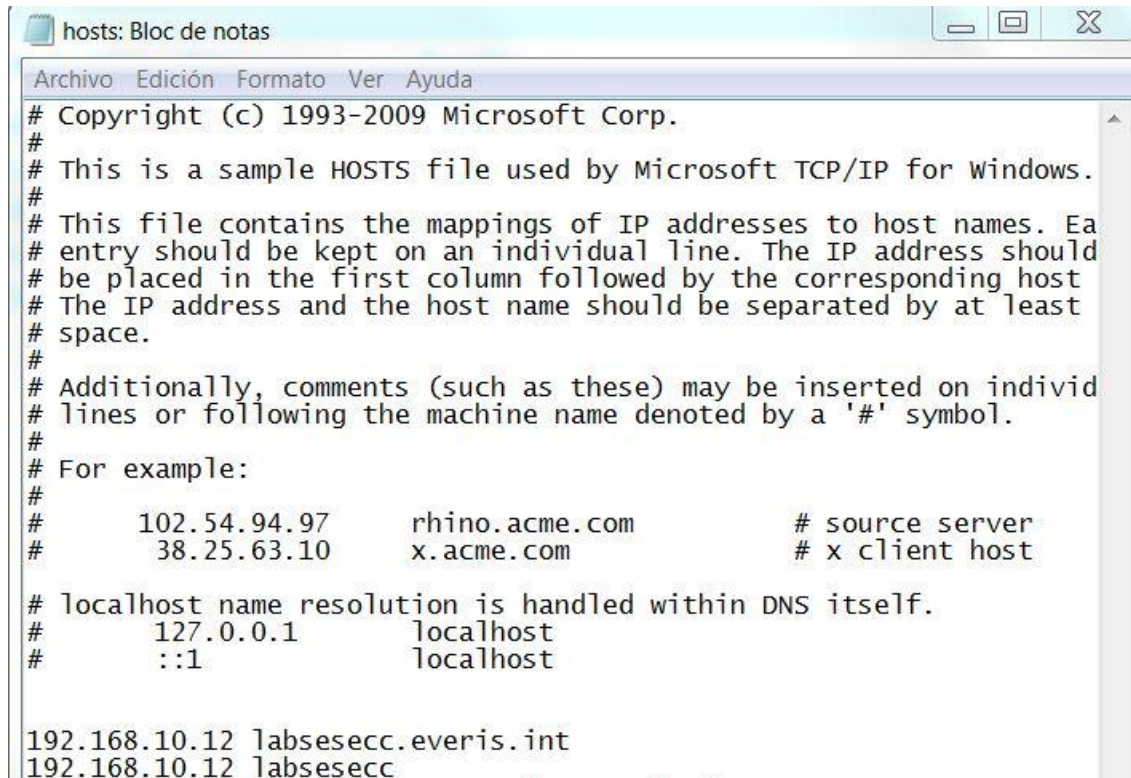


Figura 4.19 URL web Dynpro

Lo siguiente que sale es la URL (véase Figura 4.19) donde se va a crear la aplicación web Dynpro.

Para poder visualizar esta página web es necesario que se añada en el archivo hosts el mapeo entre la IP y la dirección web. Este archivo se encuentra en formato .txt y lo poseen todos los ordenadores. Si se observa la Figura 4.20 se puede ver cómo la IP se relaciona con labsececc.everis.int. El resto de líneas que están precedidas por el icono '#', son comentarios por tanto se encuentran inactivos.



```

# Copyright (c) 1993-2009 Microsoft Corp.
#
# This is a sample HOSTS file used by Microsoft TCP/IP for Windows.
#
# This file contains the mappings of IP addresses to host names. Each
# entry should be kept on an individual line. The IP address should
# be placed in the first column followed by the corresponding host
# The IP address and the host name should be separated by at least
# space.
#
# Additionally, comments (such as these) may be inserted on individual
# lines or following the machine name denoted by a '#' symbol.
#
# For example:
#
#       102.54.94.97       rhino.acme.com   # source server
#       38.25.63.10       x.acme.com      # x client host

# localhost name resolution is handled within DNS itself.
#       127.0.0.1         localhost
#       ::1               localhost

192.168.10.12 labsececc.everis.int
192.168.10.12 labsececc
  
```

Figura 4.20 Archivo hosts

Para ejecutar la aplicación es necesario activar todos los componentes que se encuentren inactivos y vayan a ser utilizados. Un componente está inactivo cuando se encuentra en color azul. Web Dynpro te permite elegir que elementos se quieren activar o no. Si se observa la siguiente figura se ve que todos los elementos van a ser utilizados por lo tanto deben estar activos (normalmente se activa los elementos que han sufrido una modificación y que no implican a otros). Ver Figura 4.21.

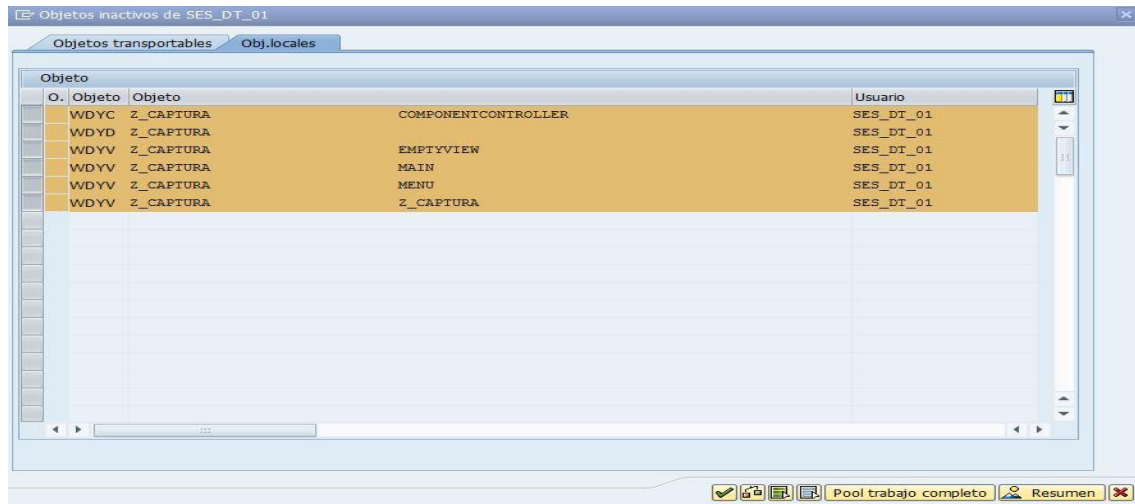


Figura 4.21 Activar elementos inactivos

Realizado el paso anterior ya se puede acceder a la URL. Botón derecho sobre el componente Z_Captura que se encuentra dentro de Aplicaciones Web Dynpro y verificar como se muestra en la siguiente figura.

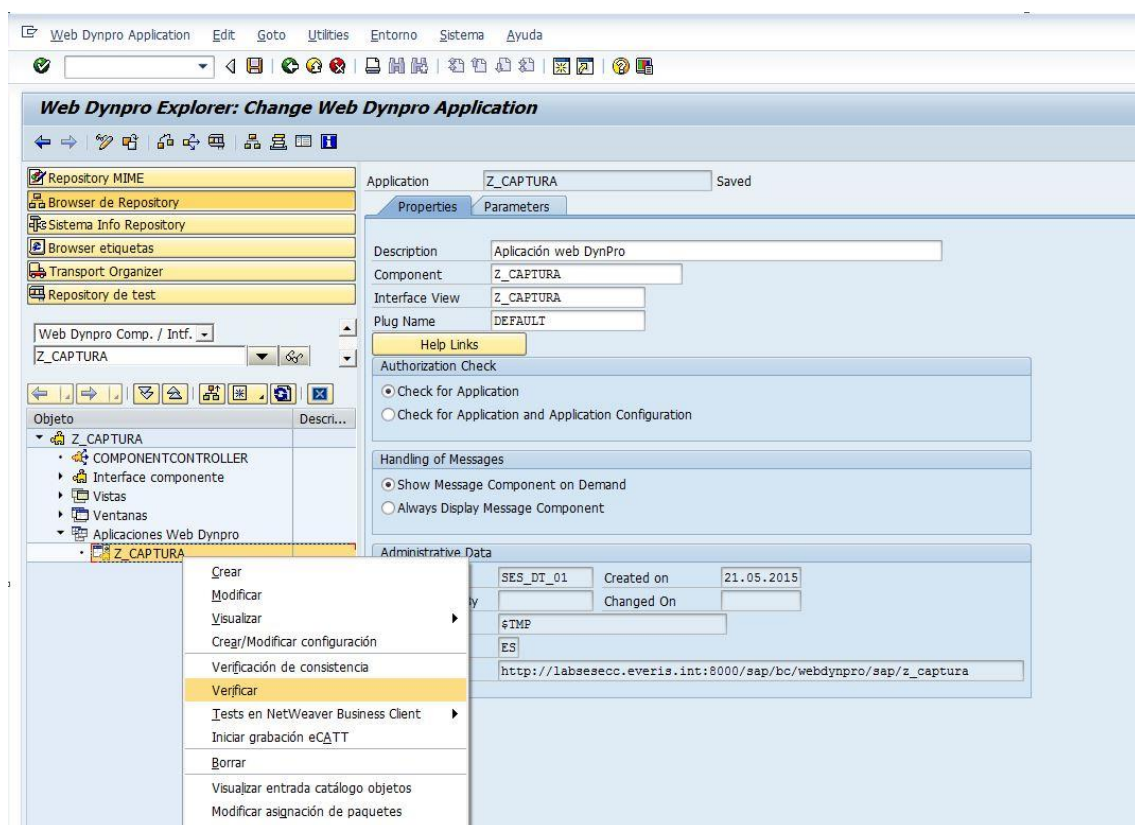


Figura 4.22 Verificar Aplicación Web Dynpro

La primera vez que se accede a la web, hay que iniciar sesión con el usuario y contraseña del desarrollador de SAP. Posteriormente nos aparece la pantalla MAIN, donde pide al trabajador que introduzca su usuario. Se prueba a introducir una contraseña distinta a la prefijada para comprobar el funcionamiento de la acción Check creada. En la siguiente figura se puede ver cómo aparece el mensaje de advertencia avisando de que la contraseña es incorrecta.

Por último se comprueba que la acción “Goto_menu” asociada al botón registrase funciona.

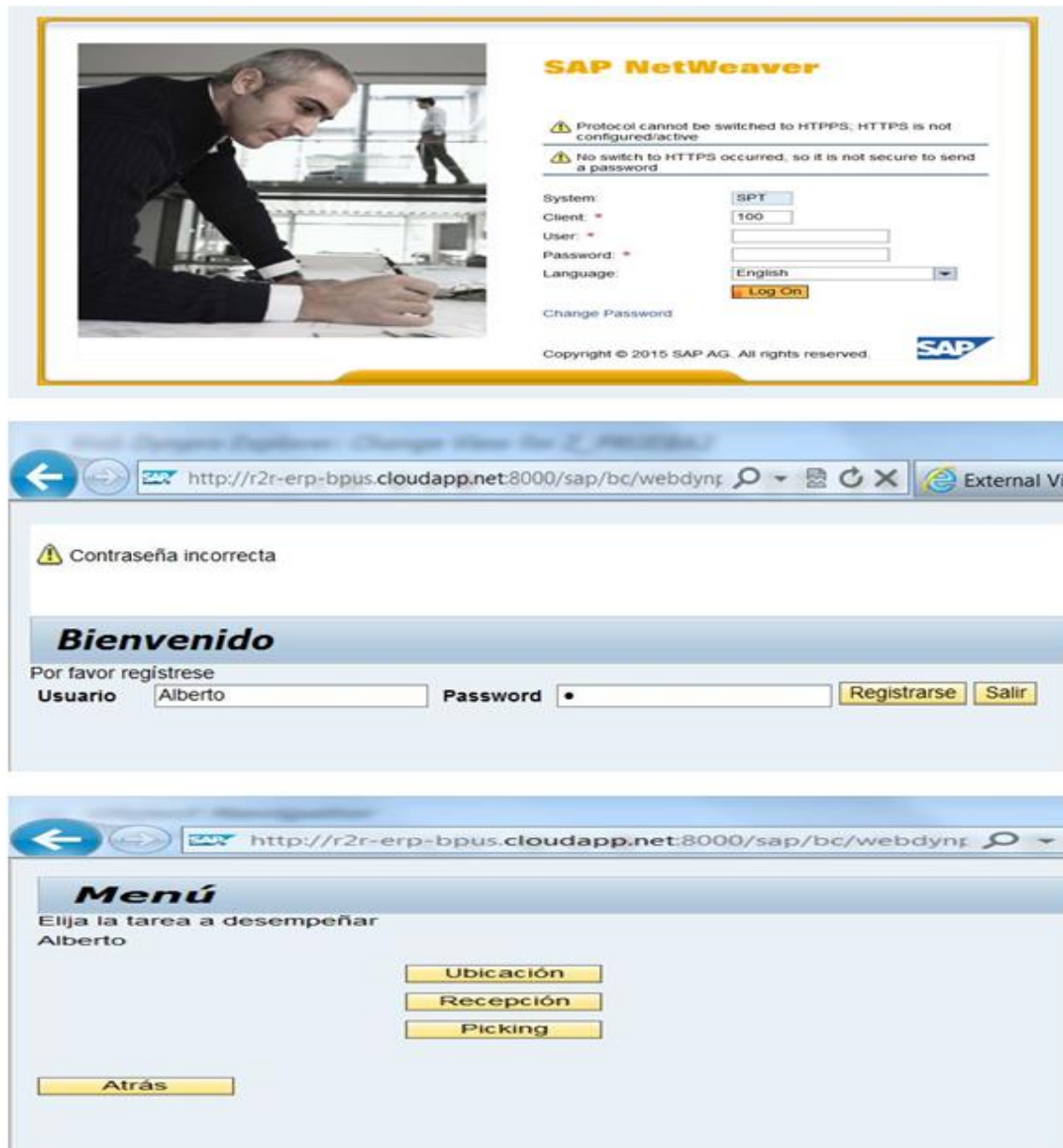


Figura 4.23 Acceso URL web Dynpro

Para no sobrecargar al lector se va hacer un resumen de lo visto hasta ahora:

- Qué componentes forman una web Dynpro
- Crear atributos y nodos
- Diseño de una vista
- Programar métodos dentro de las vistas
- Relacionar dos ventanas gracias a un enlace de navegación
- Crear una aplicación web Dynpro y ejecutarla

Por similitudes al generarse con un método tan similar, el resto de ventanas que forman parte de la web Dynpro final, no se van a explicar tan detalladamente. Por lo que nos vamos a centrar en ciertas funcionalidades de algunas vistas que tienen importancia en el desarrollo del proyecto y que aún no se han comentado. Los puntos a tratar serán los siguientes:

- a) Crear tabla de pedidos en SAP
- b) Asignar tabla a un nodo
- c) Leer pedidos según el trabajador que se registre
- d) Añadir imágenes
- e) Creación botón salir

4.2.5 Crear tabla de pedidos en SAP

Se sabe que el cliente trabaja con SAP WM, y que este módulo permite crear tablas con pedidos y asignárselas a operarios. En este proyecto no se ha tenido la posibilidad de acceder a ese módulo del cliente, por lo que la solución pensada ha sido crear una tabla en SAP y leerla desde la aplicación.

Para crear esta tabla ha sido necesario usar dos transacciones: se11, para crear la tabla con sus campos, y la sm30 para rellenarla.

Por norma general las tablas que se crean en SAP empiezan por Z, nuestra tabla se llama Zpicking, y posee los campos necesarios para cumplimentar una orden de trabajo de picking sin que haya pérdida de información respecto a la tecnología ITS en los terminales de RF.

Zpicking está formada por 13 campos, 4 de ellos campos clave, y el campo mandante, que es obligatorio que aparezca en todas las tablas creadas en SAP. Más adelante se explicará cada campo y que tipo de variable se ha elegido para cubrirlo.

La Figura 4.24 muestra la interfaz que aparece cuando se entra al sistema con la transacción se11. La primera vez que se crea la tabla hay que elegir un tipo según su uso. En nuestro caso, se eligió la clase A, que hace referencia una tabla para una aplicación (la opción más sencilla).

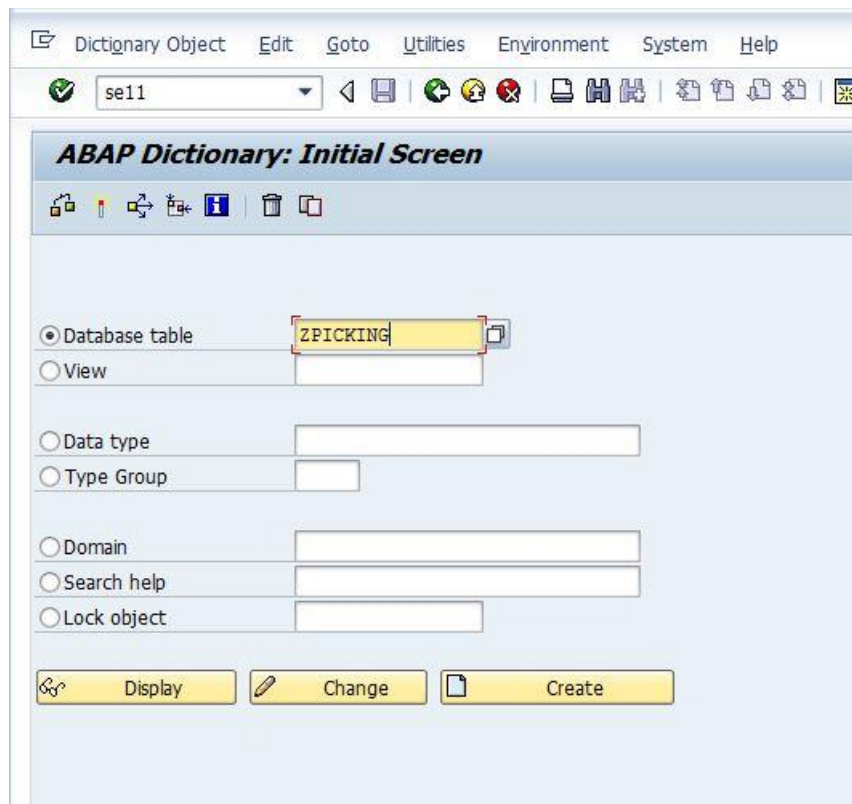


Figura 4.24 Transacción se11

Tras cumplimentar la pestaña de “Delivery & Maintenance”, se deben rellenar los campos de la tabla indicando:

- Nombre: identificador del campo, al igual que las tablas suele inicializarse con Z.
- Campo clave: seleccionar si es campo principal. Los campos principales no pueden ser modificados.
- Inicializado: si queremos que se inicialicen los campos a 0 para evitar que se devuelvan datos inesperados.
- Data Element: SAP ya tiene creados unos tipos de datos que si se ajustan a los requerimientos de la tabla pueden ser utilizados para evitar crear unos nuevos.
- Tipo de dato: sirve para asignar el tipo de variable al dato.
- Longitud: número de caracteres que se quiere que tenga el dato
- Decimal: número de decimales
- Descripción: breve comentario que recoge información sobre el campo.

Si se observa la figura Figura 4.25, por el nombre de los campos implementados se entiende a que elemento de la orden de trabajo van a hacer referencia.

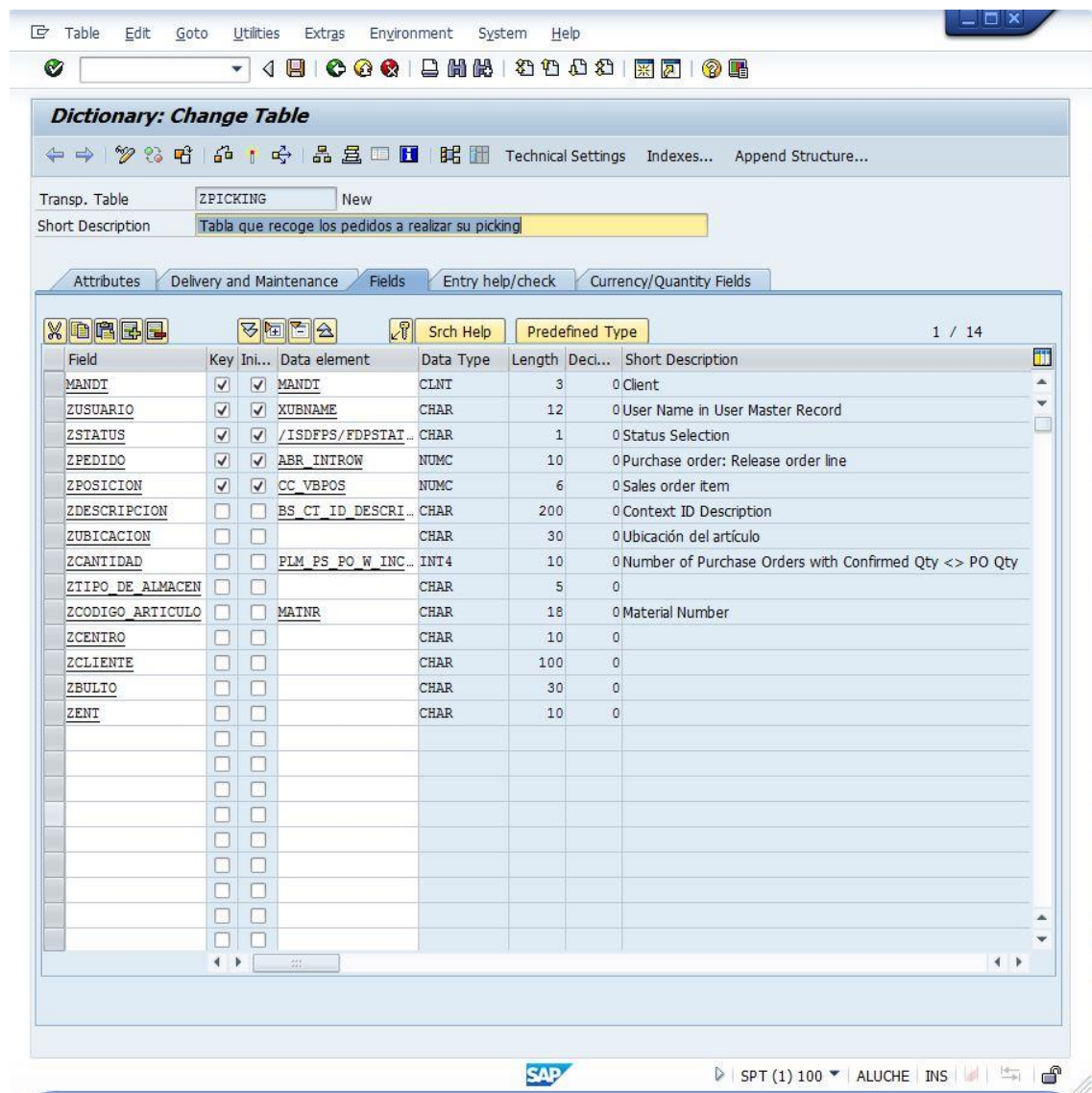


Figura 4.25 Campos tabla Zpicking

Creada la tabla lo siguiente que haremos es rellenarla. Conviene comentar que cuando se creó la tabla no se sabía cómo se iba a realizar este proceso, por lo que esta tabla se ha ido modificando según la información que se iba recibiendo.

En la transacción sm30 se añade la tabla a modificar/ visualizar. (Véase Figura 4.26)

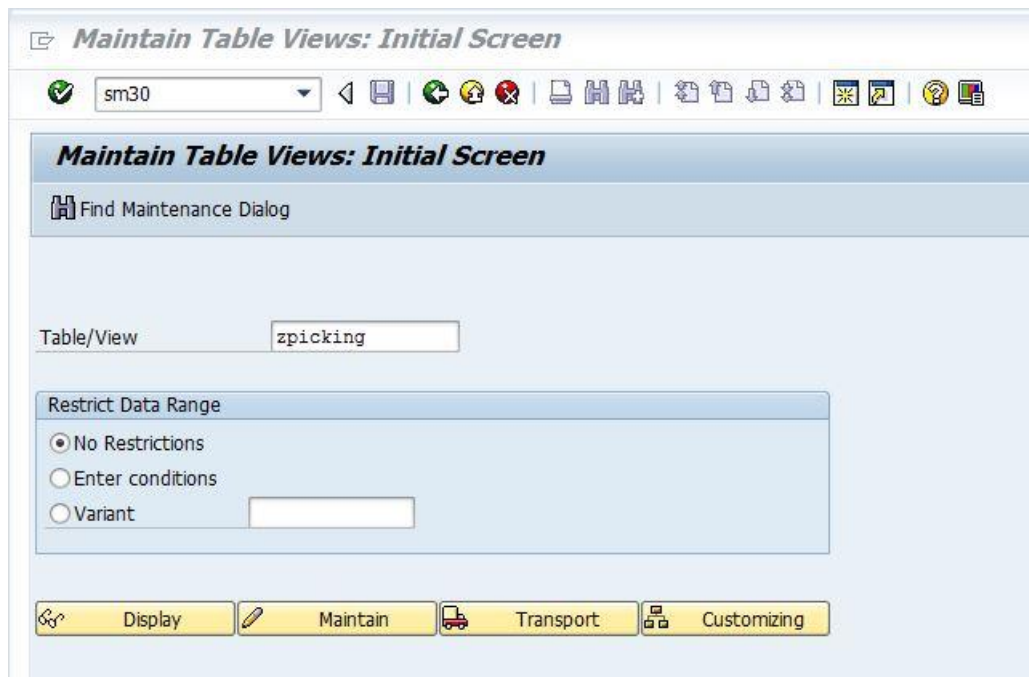


Figura 4.26 Transacción sm30

Cuando se supo cómo iba a ser el experimento se actualizó la tabla de la siguiente manera:

- Trabajarían dos usuarios, T01 y T02 que se registrarían en ventana MAIN.
- Habría dos pedidos, uno de prendas dobladas y otra de colgadas. Los artículos que tienen el valor 1 son prendas colgadas (las faldas y el top) y con valor 2 son las dobladas (camisas y chaqueta).
- El campo posición serviría para identificar cada artículo. Del 1-3 son artículos que se le asignan al trabajador T02, y tienen la similitud de ser prendas colgadas. Y el picking de los artículos 4-6 lo realizará el usuario T01 y está formado por prendas dobladas.

El resto de campos que no se visualizan en la siguiente figura (Figura 4.27) se rellenaron con información aportada por el responsable de logística de la empresa TEXTIL, S.A.

Change View "Tabla que recoge los pedidos a realizar su picking": Over

sm30

Change View "Tabla que recoge los pedidos a realizar su picking": Over

New Entries

Usuario	Status	Pedido	Posici...	Descripcion
T01	<input type="checkbox"/>	2	4	CMS. ERRAJ, Gris medio, L
T01	<input type="checkbox"/>	2	5	CMS. BISQUET, Arena, M
T01	<input checked="" type="checkbox"/>	2	6	CHT. BINO, Verde, M
T02	<input type="checkbox"/>	1	2	FLD. VENGARA, Gris claro, 40
T02	<input checked="" type="checkbox"/>	1	1	TOP. VAGARA, Verde, 40
T02	<input checked="" type="checkbox"/>	1	3	FLD. REQUIRO, Gris marengo, 38

Figura 4.27 Tabla Zpicking rellena

4.2.6 Asignar tabla a un nodo

En este punto se debe volver a añadir la transacción se80 para trabajar con la web Dynpro. Hay que hacer un inciso, a partir de ahora las figuras que aparecen provienen de la aplicación final, llamada Z_Prueba2. La aplicación Z_Captura nos ayudó a mostrar paso por paso cómo crear una web Dynpro desde el principio y ver cuáles eran sus funcionalidades básicas.

Ya se ha explicado cómo se crean nodos y se asignan en las vistas que vayan a ser necesarios. Para trabajar con los datos de la tabla, en el "Component Controller" se han creado tres nodos, llamados tabla1, tabla2 y tabla3. Cada nodo está formado por los mismos atributos, que son los campos de la tabla que se van a mostrar en la aplicación.

Cada nodo cargará los datos de un artículo, este hecho también se ha programado sobre la marcha puesto que no se sabía el número de artículos que iban a formar el pedido.

Para crear estos nodos hay que indicar al sistema que ya existe una tabla creada de la que se va a extraer sus campos. Este hecho es el que aporta una ventaja competitiva a la Web Dynpro respecto a las otras alternativas comentadas, al ser una tecnología perteneciente a SAP cargar los datos de una tabla SAP es relativamente sencillo como se muestra en las siguientes figuras. Ver Figura 4.28 y Figura 4.29.

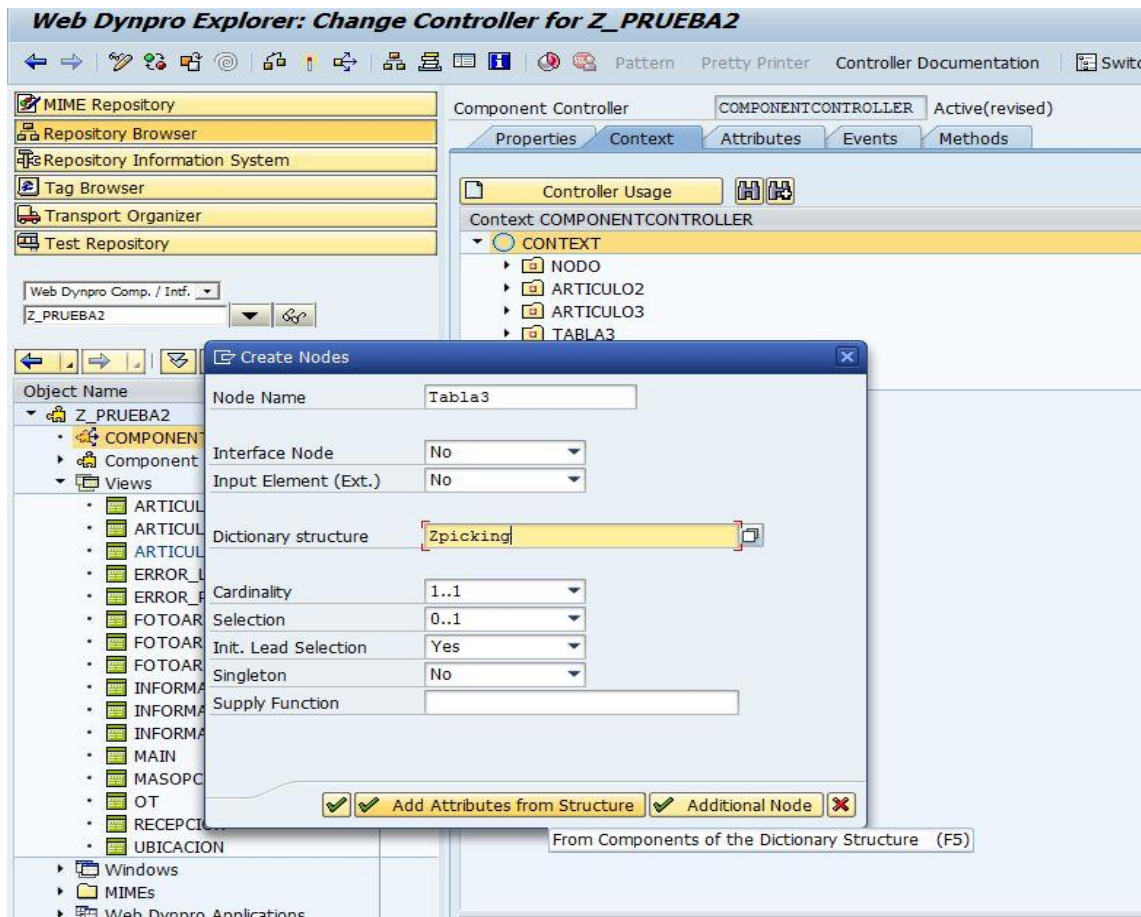


Figura 4.28 Creación nodo tabla (1)

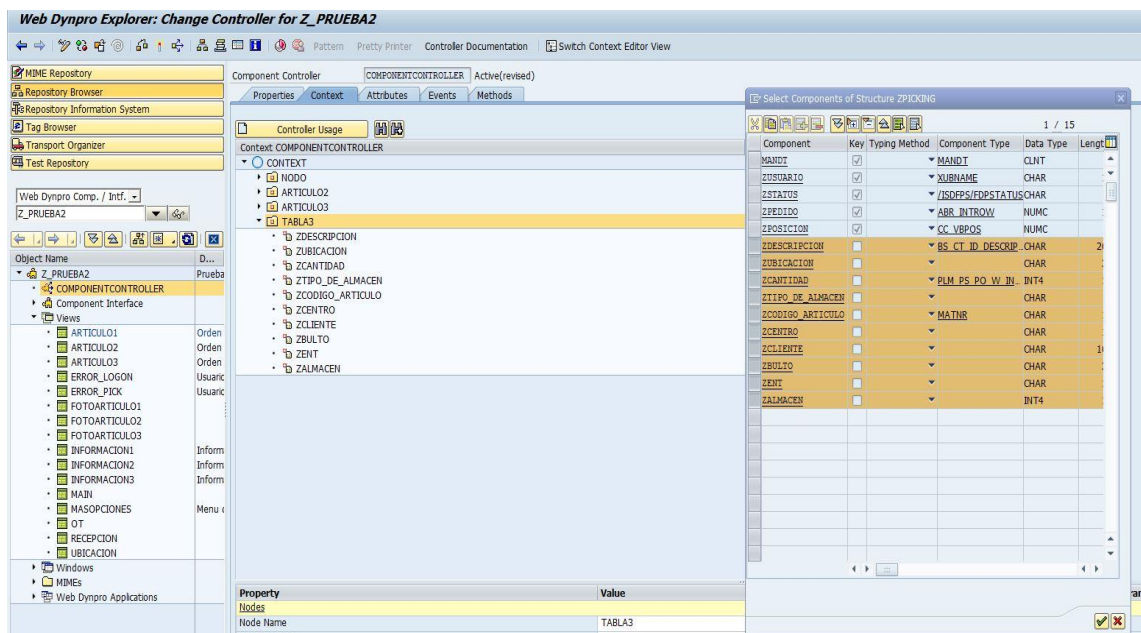


Figura 4.29 Creación nodo tabla (2)

La asignación del nodo TablaX, donde X se ha dicho que puede ser 1, 2 o 3 a un contexto de una vista se realiza de la misma manera a la realizada anteriormente. En la pestaña “Context” de la vista en cuestión, donde se quiere que aparezcan esos datos, se arrastra el nodo creado en el contexto “Component Controller” sobre el contexto de la vista. Como aparece en la siguiente figura.

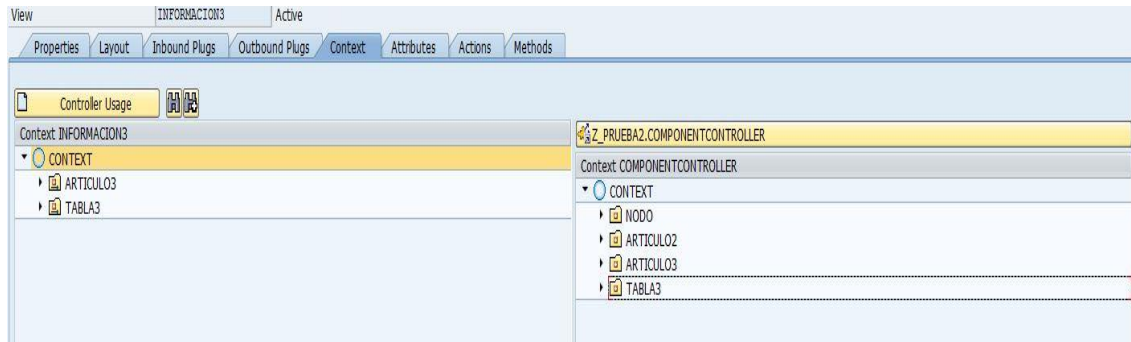


Figura 4.30 Asignar nodo tabla al contexto de la vista

4.2.7 Leer pedidos según el trabajador que se registre

Ya se ha creado la infraestructura que mostrará los datos necesarios para poder ejecutar un pedido de picking, ahora lo siguiente que habrá que hacer es rellenar esa infraestructura con los datos provenientes de la tabla Zpicking.

Los pedidos se van a separar por trabajador. El sistema detectará que usuario se ha registrado y en función de eso le aparecerán unos pedidos u otros. Para indicar en la web Dynpro esta distinción se crea un método que carga la información de la tabla y la guarda dentro de unos atributos concretos.

Las siguientes figuras muestran el código del método. Lo pasos que se siguieron para crearlo fueron los siguientes:

Dentro de las vistas ArtículoX (donde X puede valer 1, 2 ,3) se programará el método WDDOINIT. El método WDDOINIT, es un método que aparece creado por defecto. La peculiaridad de este método es ser el primero en ejecutarse cuando se carga una ventana nueva.

Dentro del método se le indicará a que nodo hay que referenciar los valores leídos por la tabla, en nuestro caso se carga el nodo TablaX (Figura 4.31). También es necesario que el método lea el valor del atributo identificador, que se encuentra dentro del nodo login, y es donde se guarda el valor del usuario. (Figura 4.32)

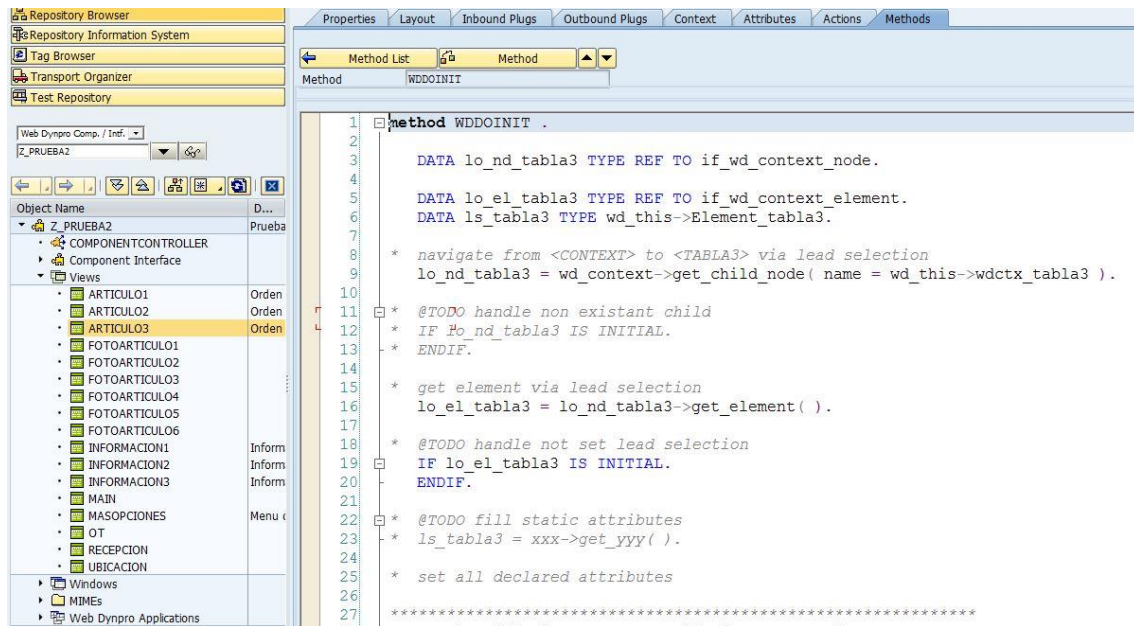


Figura 4.31 Método WDDOINIT para cargar datos de una tabla (1)

```

28     DATA lo_nd_login TYPE REF TO if_wd_context_node.
29
30     DATA lo_el_login TYPE REF TO if_wd_context_element.
31     DATA ls_login TYPE wd_this->Element_login.
32
33     * navigate from <CONTEXT> to <LOGIN> via lead selection
34     lo_nd_login = wd_context->get_child_node( name = wd_this->wdctx_login ).
35
36     * @TODO handle non existant child
37     * IF lo_nd_login IS INITIAL.
38     * ENDF.
39
40     * get element via lead selection
41     lo_el_login = lo_nd_login->get_element( ).
42     * @TODO handle not set lead selection
43     IF lo_el_login IS INITIAL.
44     ENDF.
45
46     * get all declared attributes
47     lo_el_login->get_static_attributes(
48         IMPORTING
49         static_attributes = ls_login ).
50     *****

```

Figura 4.32 Método WDDOINIT para cargar datos de una tabla (2)

Con el valor del usuario registrado usando una sentencia IF se le asignará a su orden de trabajo un artículo proveniente de un pedido u del otro. Para indicar en el método que campos de la tabla leer se usará un lenguaje parecido al SQL. Básicamente hay que indicar lo siguiente:

- Campo a leer.

- Atributo donde se va a insertar el dato leído.
- De que tabla hay que coger los datos.
- Indicar el campo clave que identifique el concreto a seleccionar (zposicion = valor).

La siguiente figura muestra cómo se ha programado lo anterior.

```

51:
52: if ls_login-identificador = 'T01' .
53:
54:     select single zcentro into ls_tabla3-zcentro from zpicking where zposicion = 6 .
55:     select single zcliente into ls_tabla3-zcliente from zpicking where zposicion = 6 .
56:     select single ztipo_de_almacen into ls_tabla3-ztipo_de_almacen from zpicking where zposicion = 6 .
57:     select single zcodigo_articulo into ls_tabla3-zcodigo_articulo from zpicking where zposicion = 6 .
58:     select single zalmacen into ls_tabla3-zalmacen from zpicking where zposicion = 6 .
59:
60:
61:
62: elseif ls_login-identificador = 'T02' .
63:
64:     select single zcentro into ls_tabla3-zcentro from zpicking where zposicion = 3 .
65:     select single zcliente into ls_tabla3-zcliente from zpicking where zposicion = 3 .
66:     select single ztipo_de_almacen into ls_tabla3-ztipo_de_almacen from zpicking where zposicion = 3 .
67:     select single zcodigo_articulo into ls_tabla3-zcodigo_articulo from zpicking where zposicion = 3 .
68:     select single zalmacen into ls_tabla3-zalmacen from zpicking where zposicion = 3 .
69: endif .
70:
71:
72: *****+*****
73:
74: lo_el_tabla3->set_static_attributes(
75:     static_attributes = ls_tabla3 ).
76:
77:
78: endmethod.
79:

```

Figura 4.33 Método WDDOINIT para cargar datos de una tabla (3a)

Al implementar este código apareció un problema inesperado y es que cuando se navegaba dentro de la ventanas de la web Dynpro, cuando el operario se encontraba dentro de una ventana ArtículoX y seleccionaba el botón “Mas info” los campos de la nueva ventana aparecían de manera correcta, ya que estaba programados con una sentencia IF, similar a la recién explicada. Pero lo que pasaba después era que al volver a la ventana ArticuloX los campos aparecían en blanco.

El motivo de que ocurriera este fallo era que el método WDDOINIT la última sentencia hacia el nodo TablaX se rellenase con los datos leídos en esa vista. Al cambiar de vista las casillas aparecían en blanco porque sus valores al no haber sido leídos en la anterior vista se habían puesto a cero, y cómo el método WDDOINIT es un método que se ejecuta la primera vez que se abre una ventana y esta ventana ya había sido abierta el error perduraba durante el resto del tiempo que estuviera ejecutada la web Dynpro.

Para solucionar este problema se cambió el código por uno más eficiente. La primera vez que se entra en la ventana de ArticuloX el método WDDOINIT asigna a cada atributo que se encuentra dentro del nodo TablaX el valor que tiene en la tabla Zpicking. Este valor permanecerá inamovible el resto del tiempo si no se le indica lo contrario al sistema. Gracias a este código ya no hace falta rellenar el método WDDOINIT de la vista InformacionX, únicamente con referenciar las casillas a los atributos del nodo TablaX es suficiente. Ver Figura 4.34.

```

51
52 if ls_login-identificador = 'T01' .
53     select single * into CORRESPONDING FIELDS OF ls_tabla3 from zpicking where zposicion = 6 .
54
55
56 elseif ls_login-identificador = 'T02' .
57     select single * into CORRESPONDING FIELDS OF ls_tabla3 from zpicking where zposicion = 3 .
58
59
60 endif .
61
62 *****+*****
63
64 lo_el_tabla3->set_static_attributes(
65     static_attributes = ls_tabla3 ).
66
67
68 endmethod.

```

Figura 4.34: Método WDDOINIT para cargar datos de una tabla (3b)

4.2.8 Añadir imágenes

Otra funcionalidad que permite la programación de web Dynpro es crear un componente llamado MIMes, en él guardamos imágenes que importamos a la aplicación (Ver Figura 4.35).

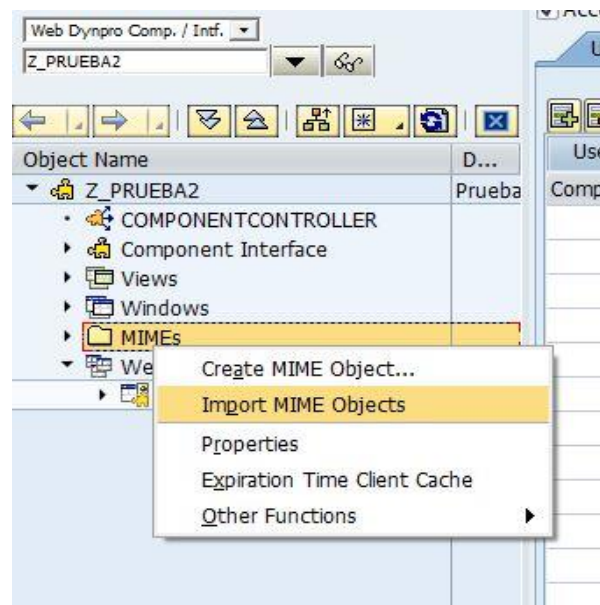


Figura 4.35 Crear componente MIMes

En la carpeta MIMes se han añadido las imágenes de los artículos que van a formar parte del experimento. Estas imágenes han sido proporcionadas por la empresa TEXTIL, S.A. Como se muestra en la siguiente figura (Figura 4.36) para cargar las imágenes es necesario crear un

elemento llamado “image” y habrá que indicar en la tabla de propiedades del elemento la ruta donde se encuentra guardada la imagen.

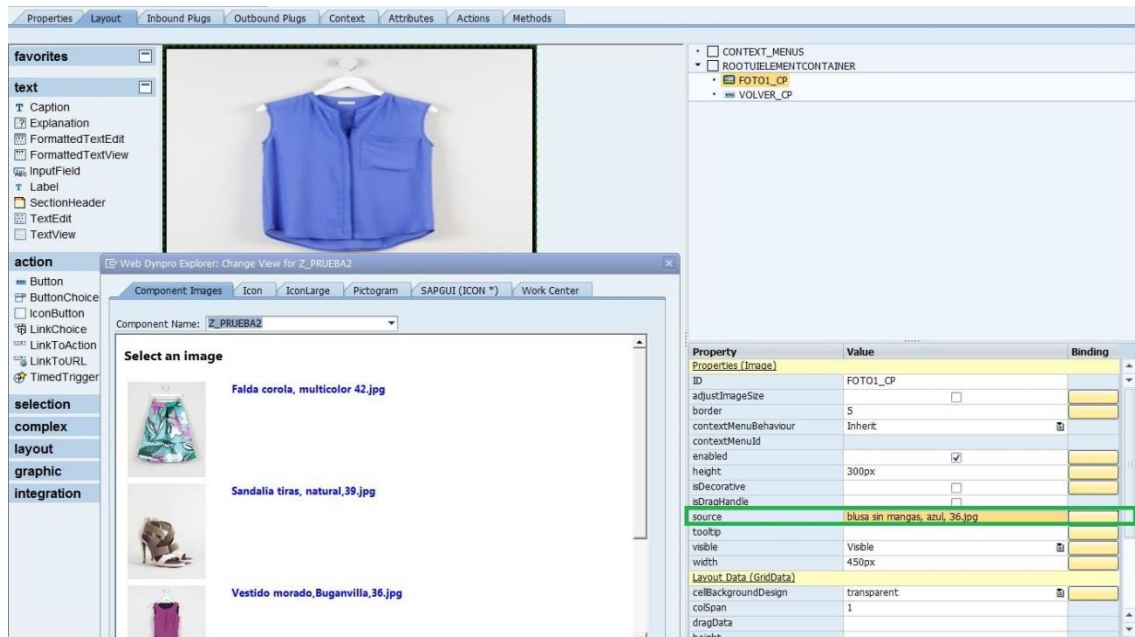


Figura 4.36 Añadir imagen artículo

Para cada imagen que se quiere reproducir en la web Dynpro se crea una vista. Se recuerda al lector que la vista ArticuloX tiene un botón llamado Foto. La funcionalidad de este botón es que se cree un enlace de navegación entre la orden de trabajo donde se encuentra la información principal del artículo y la imagen de dicho artículo. Como cada pedido lo iba a realizar un trabajador se ha puesto que la condición sea que según el operario que se registre en el sistema se cargue una foto u otra. Para conseguir este hecho se ha modificado el método GoTo_FotoArticuloX, añadiendo una sentencia If al final de éste. Véase la parte remarcada de la siguiente figura.

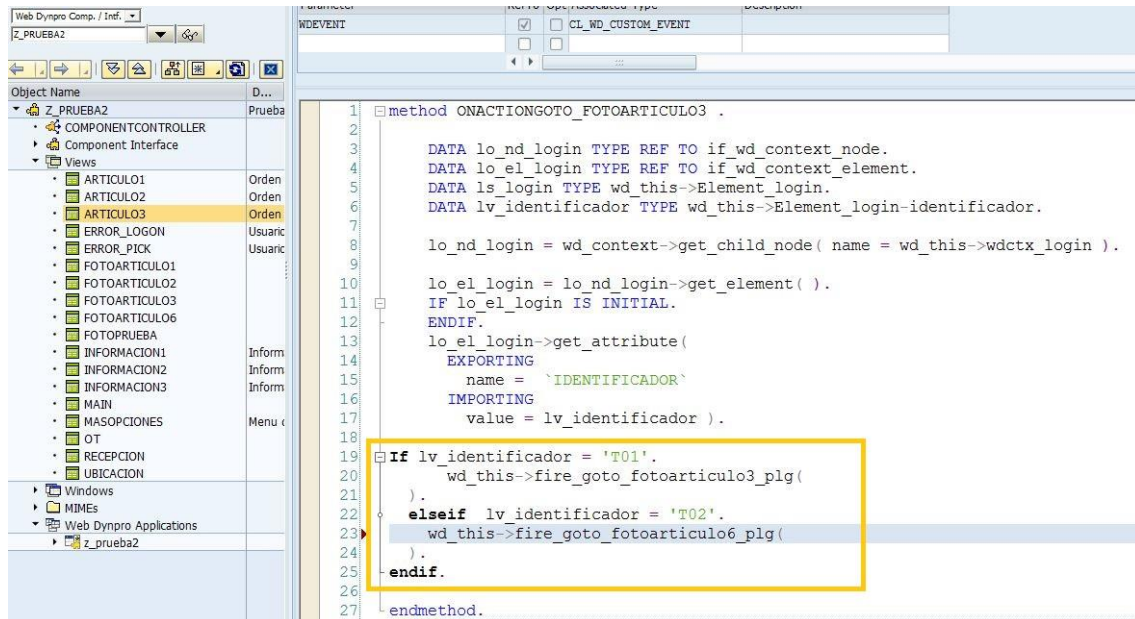


Figura 4.37 Método goto_fotoarticulo

4.2.9 Implementar el Botón Exit

Por último se va a crear un botón de salida para que una vez terminado el proceso de Picking se pueda realizar el de un nuevo pedido.

Lo primero que se hará es crear un Outbound Plugs de tipo Exit llamado EXIT_TO_URL al que asignamos un parámetro de tipo string llamado URL. Este plug se debe crear en la ventana Window a diferencia de cómo se estaba haciendo anteriormente que se declaraba en las Views para moverse entre las ventanas. La figura Figura 4.38 muestra este hecho.

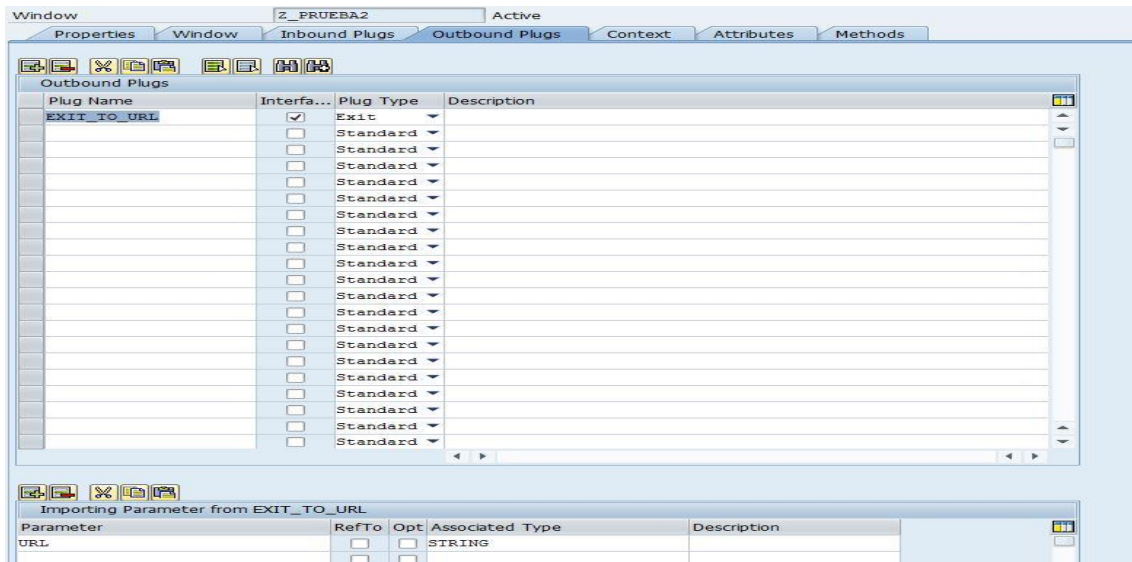


Figura 4.38 Window Outbound Plugs

Posteriormente en la pestaña propiedades de la vista donde está creado el botón salir, (MAIN) se crea un componente controlado por la Window donde se creó el Outbound Plug. Véase Figura 4.39

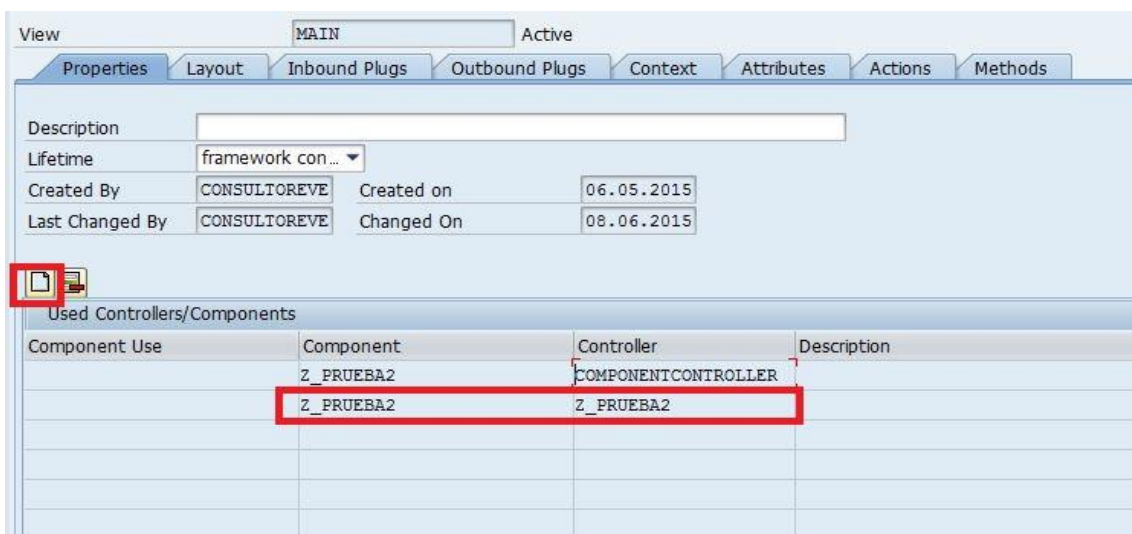


Figura 4.39 Creación de un nuevo componente dentro de una vista

En esa misma ventana se selecciona el botón Salir y se le asigna una acción que va a terminar el pedido cuando éste sea seleccionado. Como se aprecia en la siguiente figura, la acción se declara en los eventos onAction. Como todas las acciones se generará un método asociado a dicha acción donde se programará la función a realizar.

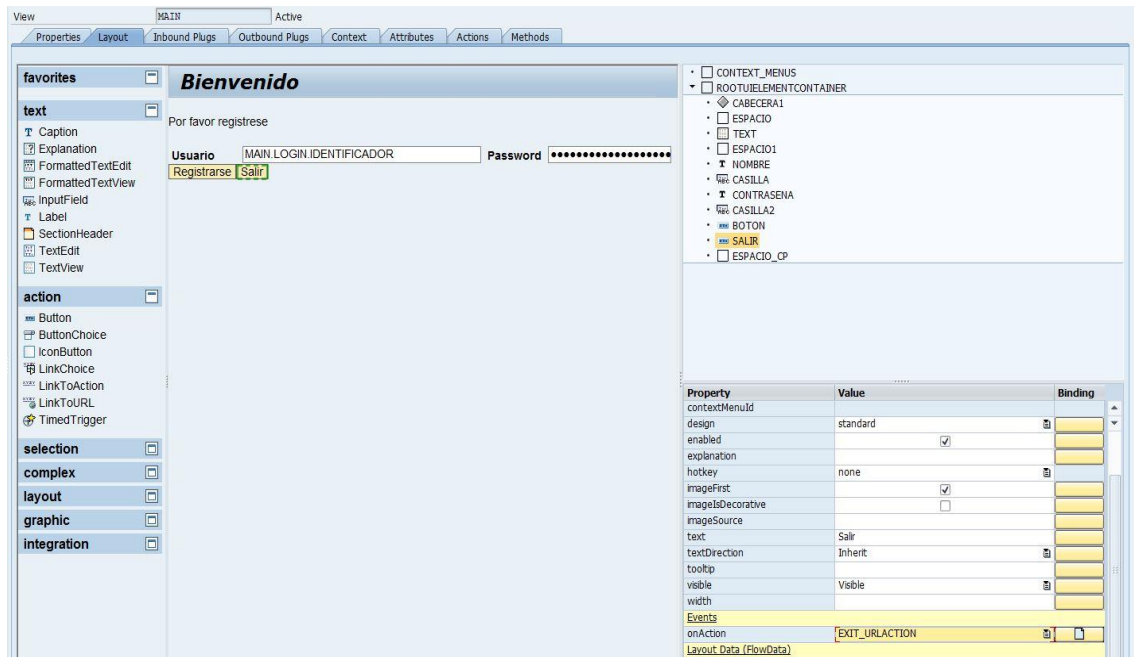


Figura 4.40 Acción salir de la web Dynpro

Por último se añade el código que hará que se salga de la Web Dynpro. Se vuelve a llamar al Wizard para que se escriba el código por defecto. Seleccionando la opción Method Call in Used Controller añadimos los nombres de los componentes y se elige el método Fire_ (Nombre del plug) que proporciona el código para salir de la app. Lo único que se tendrá que hacer es añadir la dirección de la web a donde se quiera que destine el botón. En nuestro caso es el enlace a la misma Web DynPro para volver a empezar el proceso. Esta codificación aparece en la Figura 4.41.

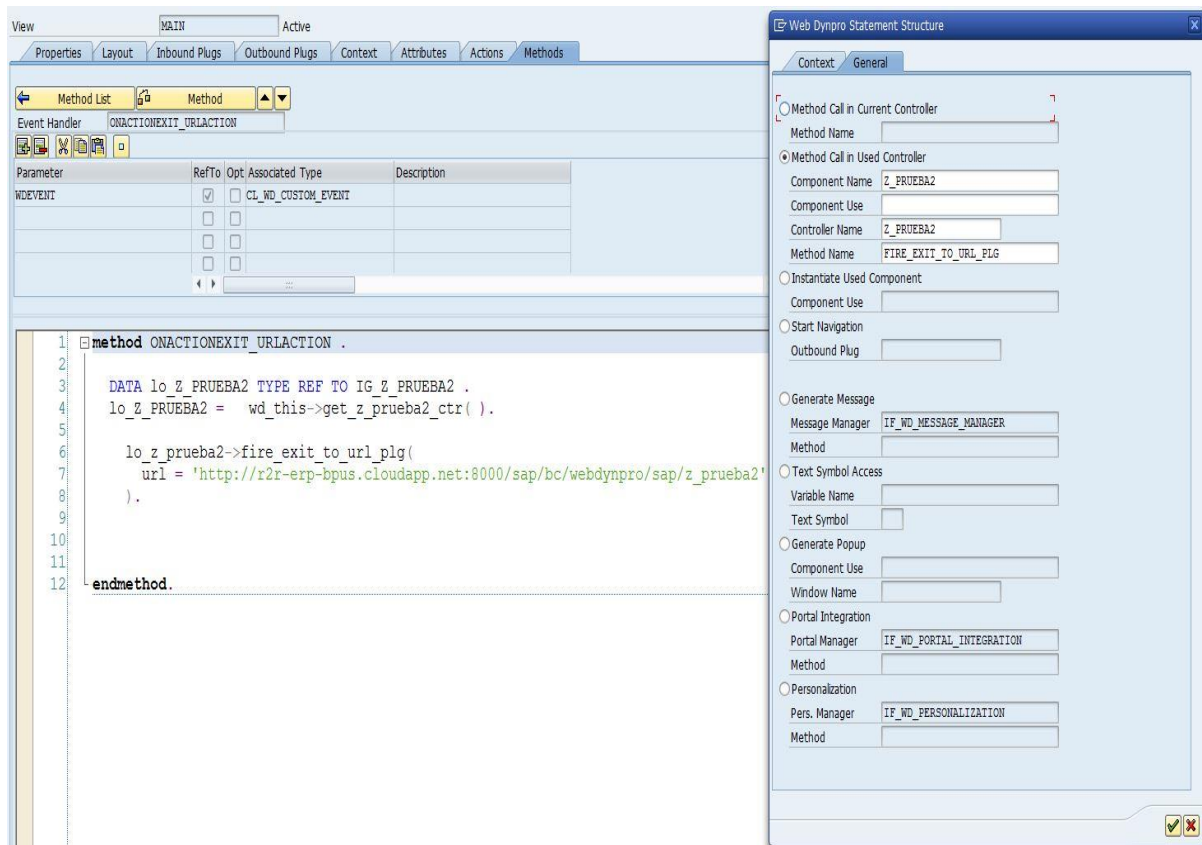


Figura 4.41 Código Exit_Url

4.3 Alternativas durante la implementación

Dos dilemas aparecieron durante la implementación e hicieron que se plantease distintas alternativas para solucionarlos:

- El servidor al que conectarse para desarrollar la web Dynpro.
- El navegador que ejecutase la aplicación desde la gafa

Toda la formación en web Dynpro se hizo desde un usuario SAP que se conectaba a un servidor en el que únicamente se podía acceder desde una VPN interna de la empresa. Para poder acceder a la URL de este simulacro de aplicación era necesario estar conectado a la VPN. Este requerimiento hacía inviable este método, porque no se podría ejecutar en los servidores del cliente. Además el programa que se conecta a la VPN de la empresa no está diseñado para funcionar en dispositivos móviles y ninguna aplicación Android que sirve para conectarse a una VPN se consiguió que se conectará a la VPN de everis.

Había que buscar una alternativa que permitiese conectar al usuario a la URL desde cualquier red. La solución encontrada fue la utilización de una máquina virtual, en concreto Microsoft Azure. La máquina tenía instalados una serie de paquetes, entre ellos un servicio SAP. Esta máquina permite el acceso a la aplicación desde un navegador siempre que ésta esté inicializada.

El navegador utilizado para las pruebas de visualización en un ordenador fue Internet Explorer, ya que por sus características (*user agent*) soporta los requisitos para ejecutar una web Dynpro, pero como veremos más adelante hay otros navegadores que dependen del dispositivo donde se ejecuten para funcionar o no.

Para evitar que el cliente dependa del estado de la máquina para ejecutar la aplicación, existe un programa llamado SAPLINK que ofrece la posibilidad de exportar todos los componentes que forman una web Dynpro a un archivo con formato *.nugg* y con el mismo programa se importarían los componentes. Este archivo se subiría a los servidores SAP del cliente, para que sea propio cliente el administrador de la aplicación.

Ya se ha dado la explicación de cómo se solucionó el primer dilema, el segundo está relacionado con los navegadores. Se ha comentado repetidas veces que el explorador debe soportar la web Dynpro para que la solución sea operativa. Safari es uno de los pocos que funcionan en cualquier dispositivo pero no todos tienen esa suerte, algunos dependen del dispositivo físico donde se ejecuten (recordamos que las Vuzix M100 funcionan de manera similar a un smartphone). La siguiente figura muestra el mensaje de error que aparece cuando un explorador no es capaz de abrir una web Dynpro. Véase Figura 4.42.



Figura 4.42 Explorador que no soporta la web Dynpro

La versión Internet Explorer 9, que es con la que se ha trabajado no da problemas. Si se accede con el buscador Google Chrome, hay que abrir la consola de herramientas pulsando “F12” para posteriormente cambiar el “device” con el que se accede a la URL, ajustando los parámetros de la pantalla que mejor se adecúen a cada terminal.

La siguiente figura (Figura 4.43) muestra cómo se “engaña” desde Google Chrome al sitio web donde está la web Dynpro, para poder acceder a ella.

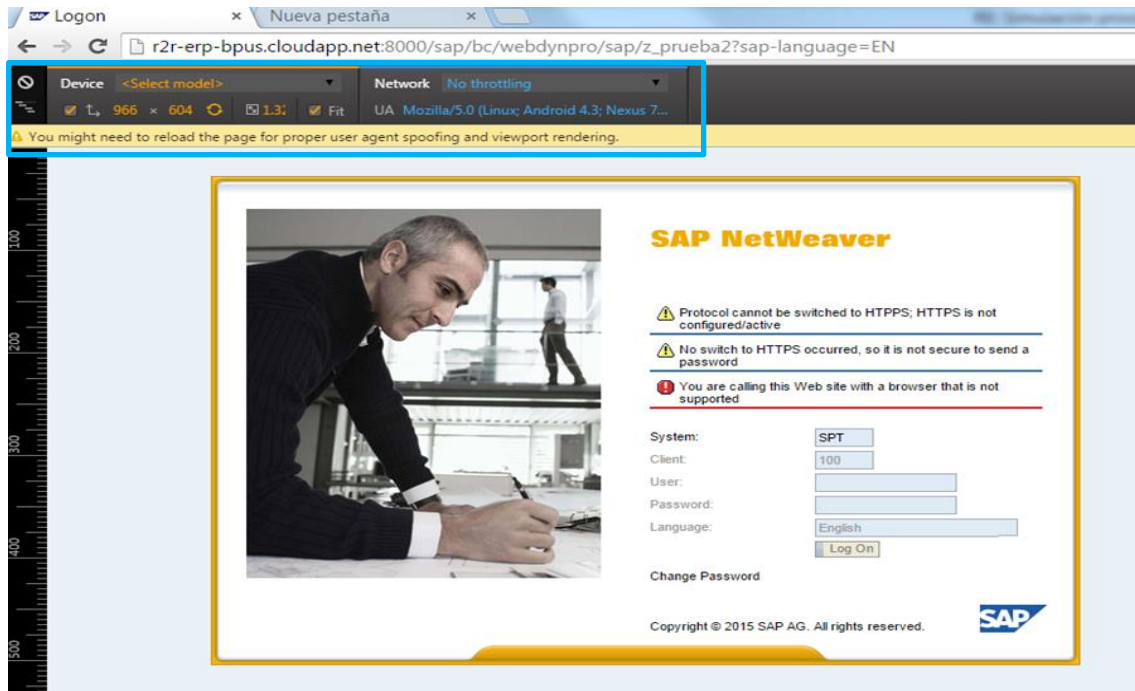


Figura 4.43 Configuración Google Chrome

Esto es debido al tipo de explorador que acepta web Dynpro. Por defecto acepta: Internet Explorer (últimas versiones), Firefox y Safari. Como ya hemos visto Chrome no es aceptado, únicamente ha sido valido cuando se ha cambiado el tipo de dispositivo con el que se ha hecho el requerimiento. Esto es lo que se ha llamado en el capítulo de herramientas **User Agent o agente usuario**.

Conocido que agentes usuario permiten la visualización de la alternativa escogida en un ordenador, se debe comprobar si también es posible visualizar la web Dynpro en un dispositivo móvil como la gafa. Usando smartphones como si fueran la gafa se puede ver que salvo el navegador Safari, el resto de exploradores no visualizan la web Dynpro, Firefox inclusive. Este hecho generó una problemática.

Se sabe que las Vuzix M100 son un dispositivo Android, por lo que había que encontrar un explorador que fuera compatible con este sistema operativo y que se pudiera obtener su .apk para instalar en la gafa. Al final se encontró el navegador *Dolphin* (Icono Figura 4.44). Este

explorador en modo Dispositivo Móvil no soporta la web Dynpro pero si se le cambia a Modo Escritorio sí. Este hecho resulto curioso porque ni el propio Firefox en modo Escritorio lo permite. Indagando en blog de desarrolladores en busca de los motivos se encontró que el modo Escritorio del Dolphin cambia el *User Agent* haciendo ver al sitio web que se está accediendo desde un ordenador con navegador Firefox (este si lo soporta web Dynpro).



Figura 4.44 Navegador Dolphin

4.4 Programación Aplicación Android

Una vez terminada la web Dynpro se necesita que ésta se ejecute en un terminal Android. Existe la posibilidad de poder acceder a la URL desde el explorador instalado en la gafa, pero esta opción se descarta porque no es práctica. La mejor opción es crear una aplicación que cuando se ejecute acceda a la URL. Programando desde Android, se puede hacer a través de un "Web View" que en cuanto se abre la aplicación se ejecuta el explorador cargando la URL, o creando un botón en la pantalla principal de la app y asignándole la funcionalidad de dirigir a la web Dynpro cuando éste sea pulsado.

Se ha elegido la segunda opción porque además de poner el botón se pueden añadir más elementos como unas instrucciones, o unas casillas para que el usuario se registre.

Los pasos a seguir son los siguientes:

- a) Crear un proyecto Android
- b) Diseñar el Layout de la app
- c) Añadir el método "abrir_navegador"
- d) Ejecutar la app en AVD (Android Virtual Device)
- e) Extraer la app a un apk



Figura 4.45 Fugograma programación Android

4.4.1 Crear un proyecto Android

Toda aplicación proviene de un proyecto (Figura 4.46), que es donde se va a realizar el proceso de programación. Eclipse, que es el entorno de programación que hemos usado, te da la opción de crear varios tipos de proyecto: Java, C, C++, Android... En nuestro caso se selecciona éste último y antes de empezar a utilizar se necesita dar un nombre a la aplicación para que pueda ser identificada. A la vez que se le da un nombre a la aplicación también se selecciona cuál va a ser el menor SDK (software development kit) con el que se puede ejecutar la aplicación. Android actualmente se encuentra con la versión 5.1 o también conocida como Lollipop pero no conviene elegir la última versión porque al no saber en qué dispositivo se va a ejecutar la app puede dar problemas de compatibilidad, por eso conviene elegir versiones bajas como la 2.2. Recordamos que el sistema operativo Android de la gafa es el 4.0.4, con lo que no aparecería ningún problema al sincronizar la aplicación con la gafa. (Véase Figura 4.47). Al completar ese paso, lo siguiente que hay que hacer es seleccionar un icono para asignarlo a la aplicación y poder distinguirlo en menú lleno de aplicaciones con mayor facilidad.

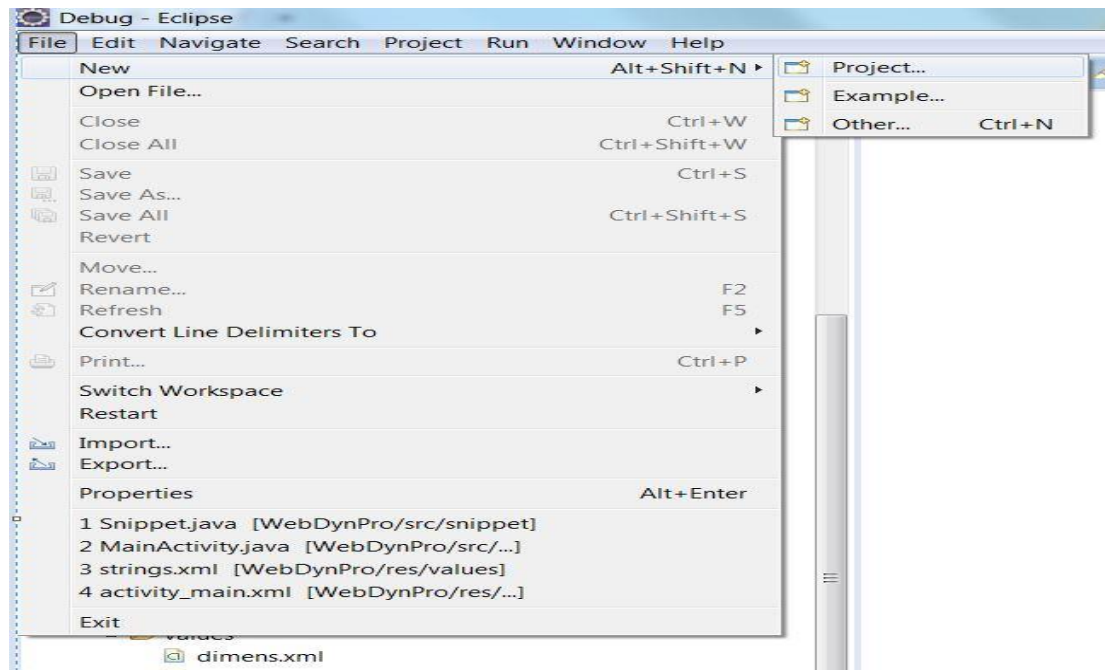


Figura 4.46 Creación proyecto Android (1)

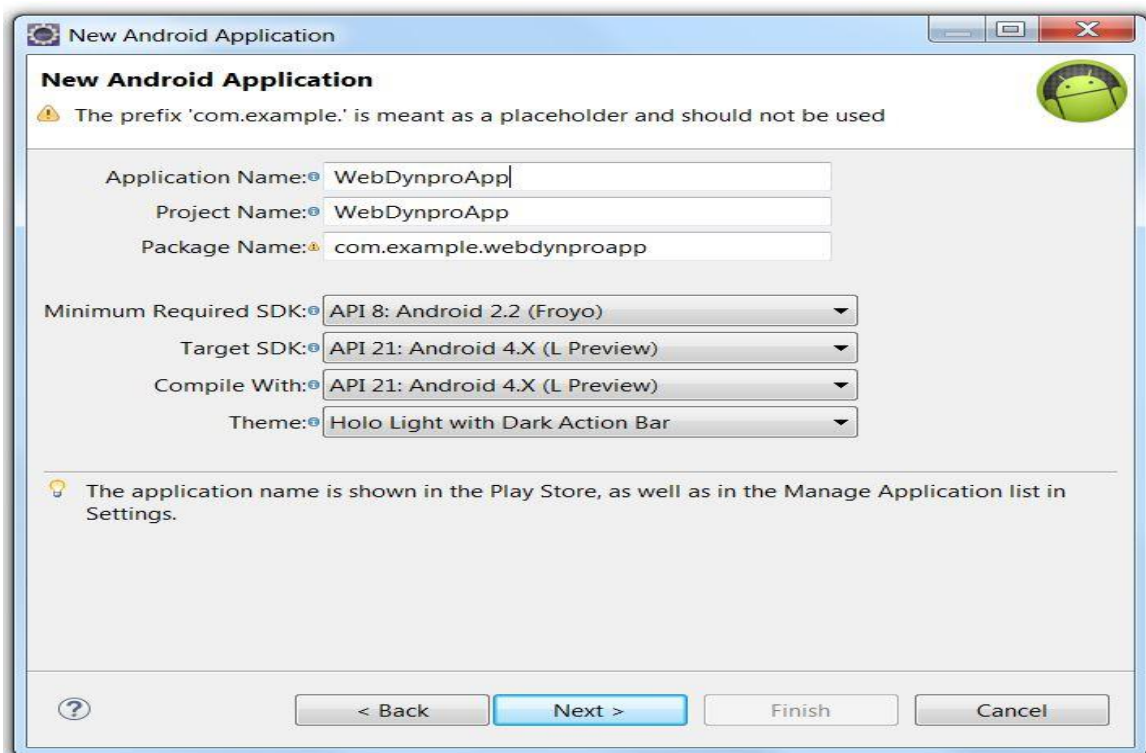


Figura 4.47 Creación proyecto Android (2)

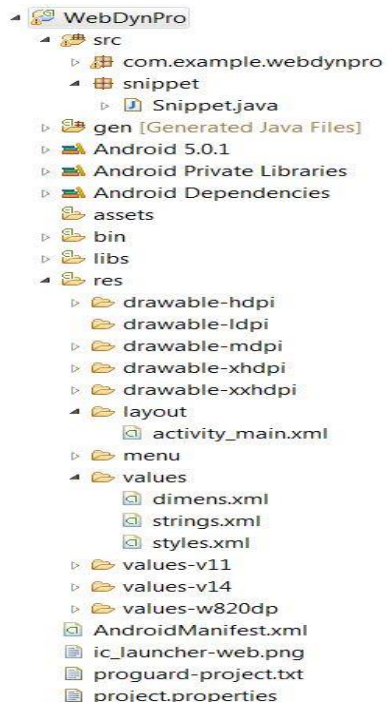


Figura 4.48 Directorios proyecto Android

Lo primero que se ve al terminar de crear el proyecto en Android es la estructura que tiene. El resultado del proceso de creación es el siguiente:

- Los archivos esenciales como Main Activity o `activity_main.xml` se generan automáticamente.
- El proyecto se engloba en un “paquete” que se puede desglosar en subcarpetas. Cada una guarda una serie de archivos, `src` por ejemplo guarda los archivos principales y `res` guarda los recursos de la aplicación.

Esta estructura basada en directorios se puede observar en la Figura 4.48.

4.4.2 Diseñar el Layout de la app

Ya se ha comentado al principio que esta aplicación tenía como misión ser un intermediario entre la gafa y la web Dynpro. Por ello, el diseño es muy simple pero efectivo.

En el archivo `activity_main.xml`, archivo donde se guarda la estructura de la interfaz, tenemos dos elementos, un “Text View” y un botón. Esta ventana. Android da la opción de elegir cómo se quiere programar, si desde la pestaña “Graphical Layout”, seleccionando el elemento a insertar y arrastrándolo a la pantalla (Figura 4.49) o desde la pestaña `activity_main.xml`, donde se encuentra la parte del código (Amaro , 2012) (Figura 4.50).

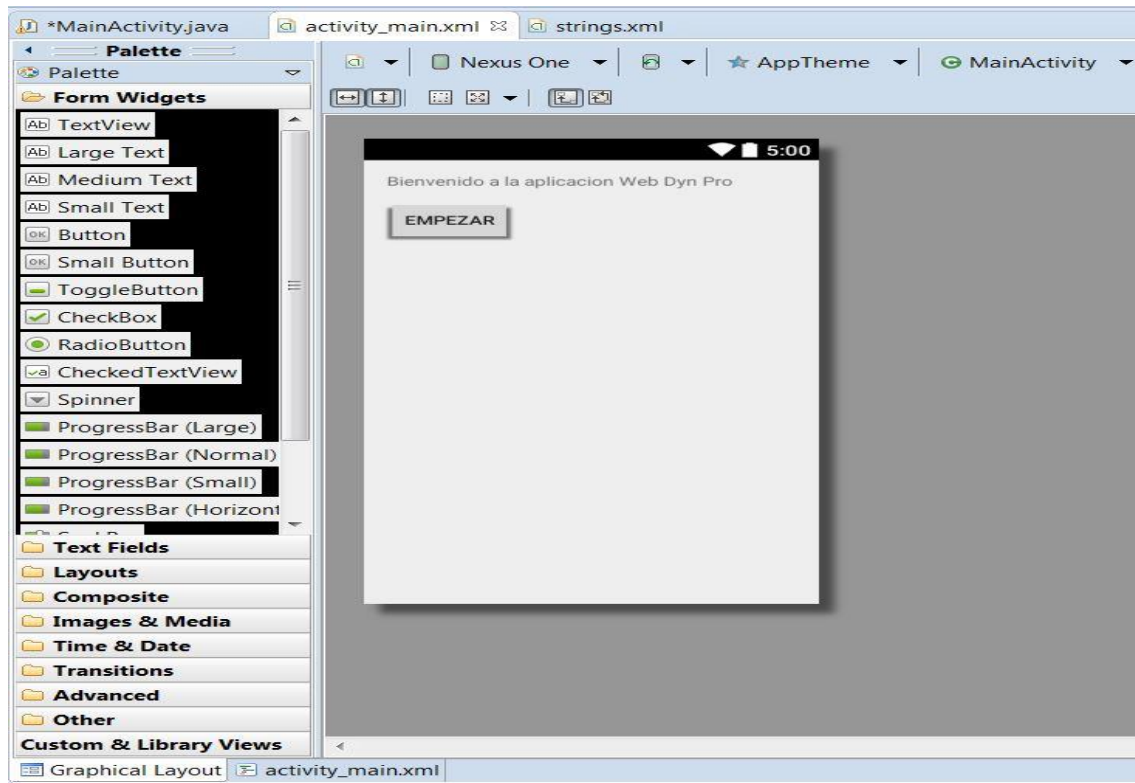


Figura 4.49 Graphical Layout

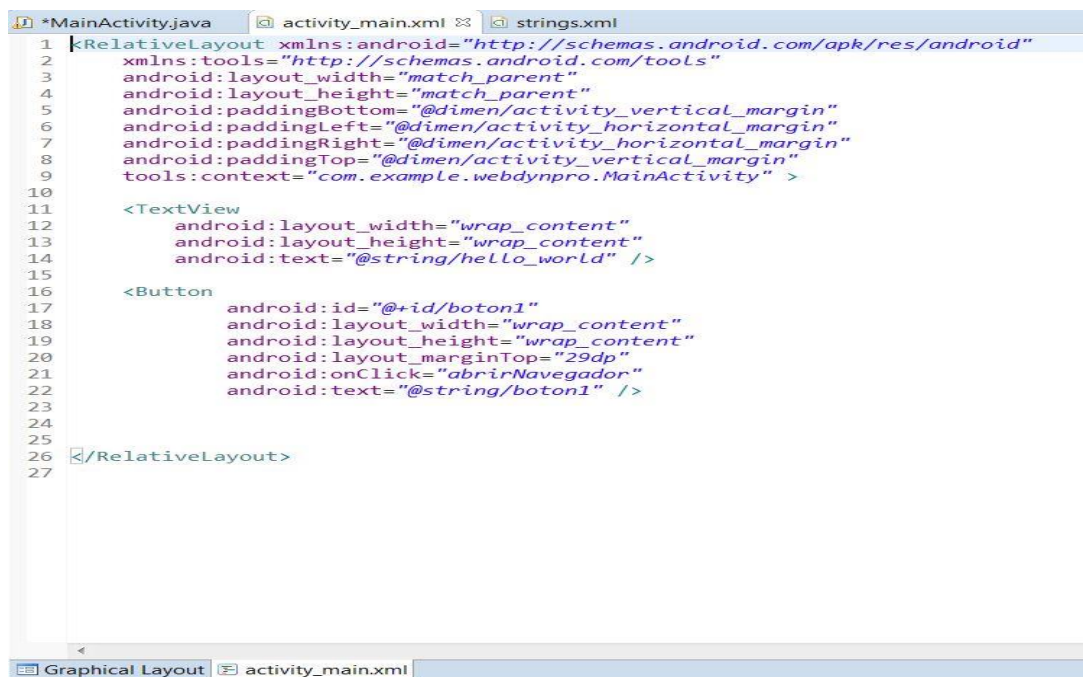


Figura 4.50 Activity main xml

Como se observa en la figura anterior, el texto que acompaña a cada elemento se declara como un "string". Dentro de la carpeta res hay un archivo que posee todas las "strings" que

aparecen en el programa. En nuestro caso, se modifica el texto de la string “hello_world” que es la que viene por defecto, para adecuarlo a nuestra media. También, debemos añadir la cadena que identifica al texto de nuestro botón. Estas acciones se aprecian en la siguiente figura.



```
1 <?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
2 <resources>
3
4     <string name="app_name">"Web Dyn Pro "</string>
5     <string name="hello_world">"Bienvenido a la aplicacion Web Dyn Pro"</string>
6     <string name="action_settings">"Settings"</string>
7 <string name="boton1">"Empezar"</string>
8
9 </resources>
10
```

Figura 4.51: Cadenas de caracteres

4.4.3 Añadir el método “abrir_navegador”

Por último antes de finalizar la aplicación debemos añadir la funcionalidad al botón1 para que cuando se pulse Empezar el buscador del dispositivo donde se esté ejecutando la aplicación nos lleve a la web Dynpro. Para ello le asignamos un método al botón. Al igual que se hacía en ABAP, en la opción “On Click” de las propiedades del botón se le asigna un método que lo que va hacer es ejecutar la URL que esté escrita en él. Este método se programa en el archivo “MainActivity.java” y su nombre es “abrirNavegador”. Véase Figura 4.52 y Figura 4.53.

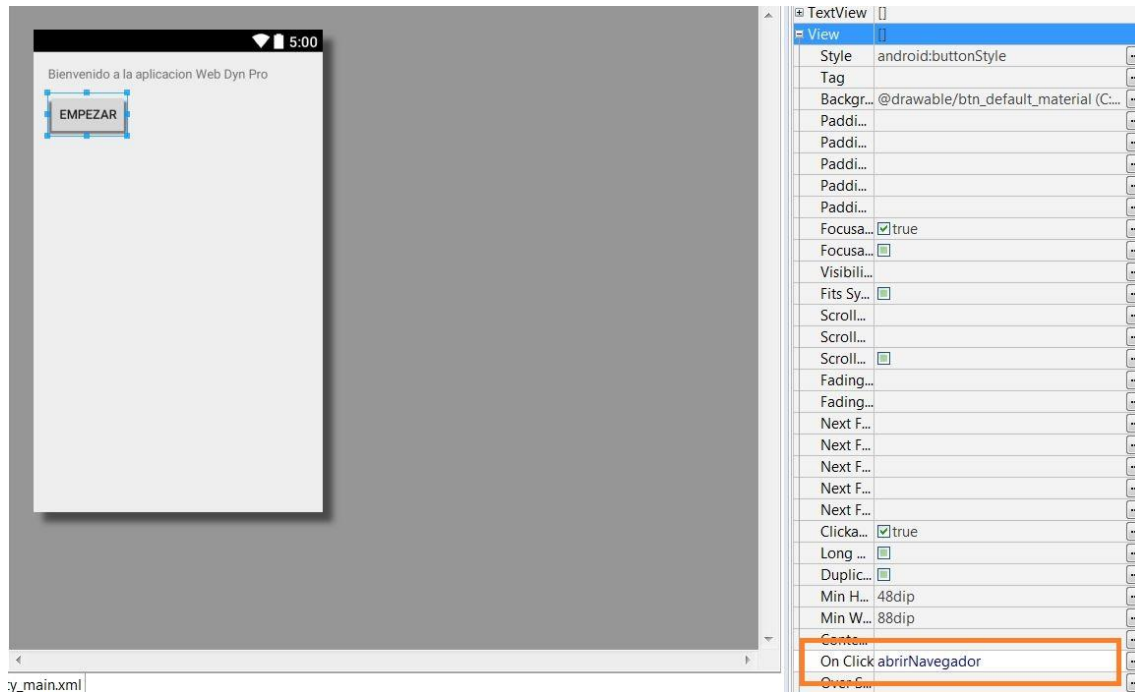


Figura 4.52: Asignar método al botón

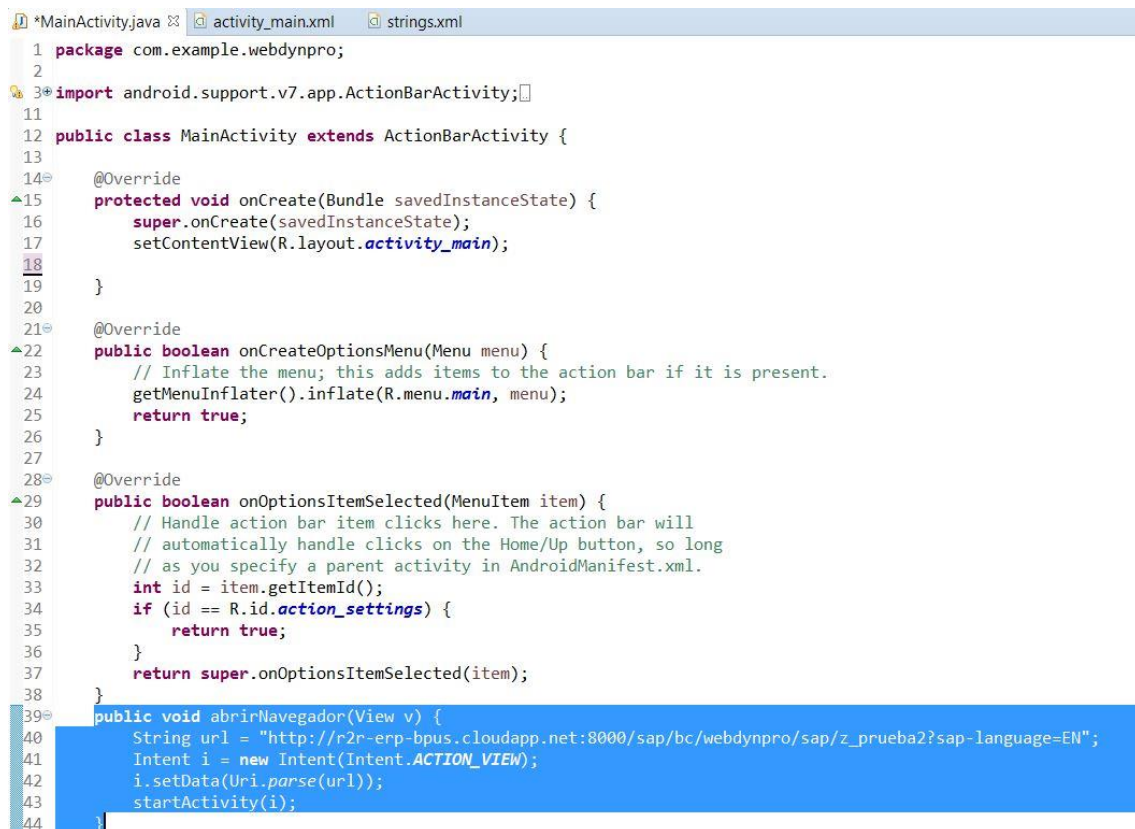


Figura 4.53 Método On Click

4.4.4 Ejecutar la app en AVD (Android Virtual Device)

Una vez terminada la aplicación se ejecuta desde el emulador de Eclipse, AVD (Android Virtual Device). La Figura 4.54 muestra el menú de aplicaciones que posee el emulador de Eclipse.

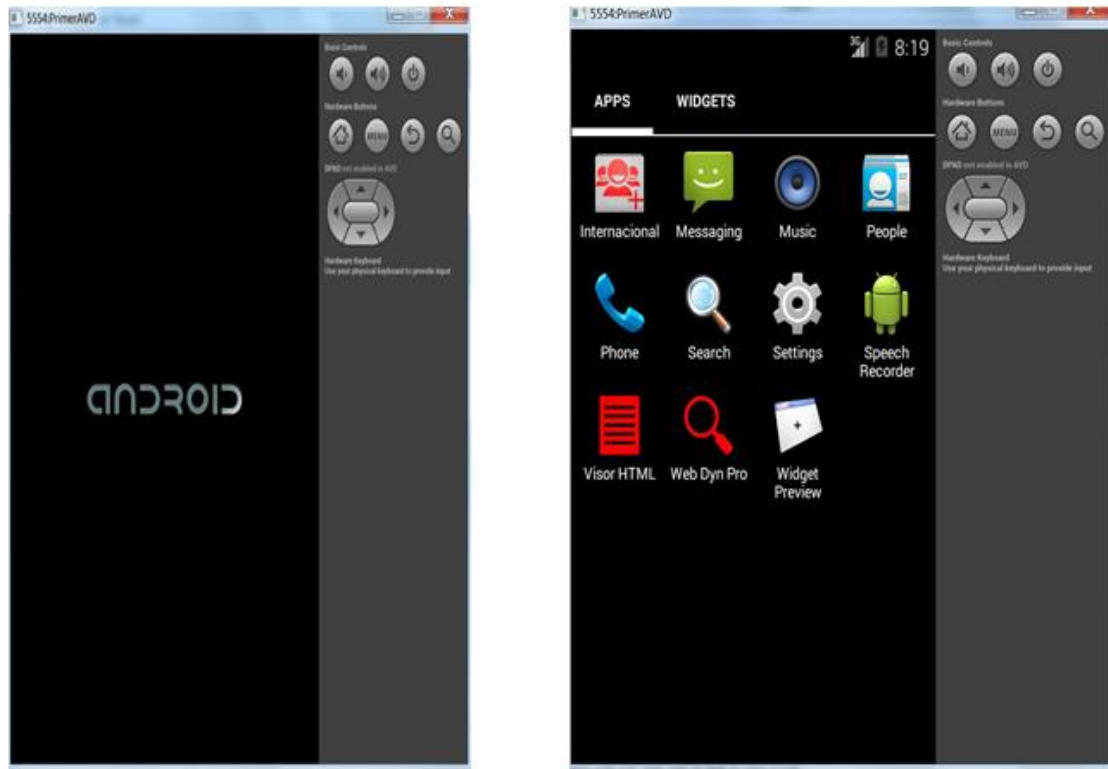


Figura 4.54 Android Virtual Device

Si seleccionamos en ese menú la aplicación “Web DynPro” aparece la pantalla principal de la aplicación que nos servirá de puente hasta nuestra web Dynpro. Ver Figura 4.55.

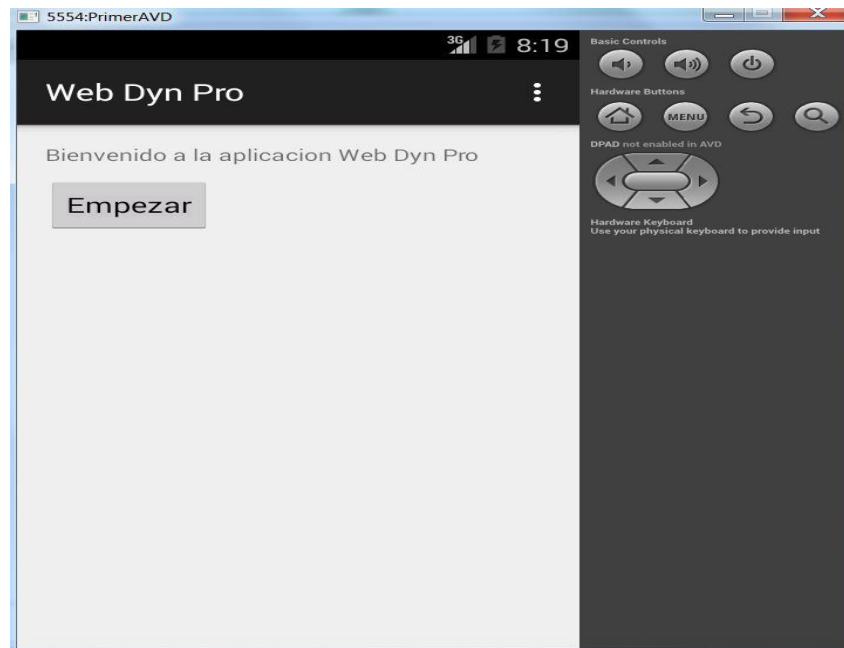


Figura 4.55 Aplicación web Dynpro

4.4.5 Extraer la app a un .apk

Visto que el funcionamiento de la aplicación es el correcto, lo siguiente que se va a hacer es convertir la aplicación en un archivo .apk (Application Package File) para poder ejecutarlo en otra plataforma Android, ya sea una tablet, un smartphone o las gafas inteligentes. Por el tema de licencias Android pide que se registre un usuario con una contraseña para generar un certificado que legitime quien es el creador de la aplicación. Ver Figura 4.56.

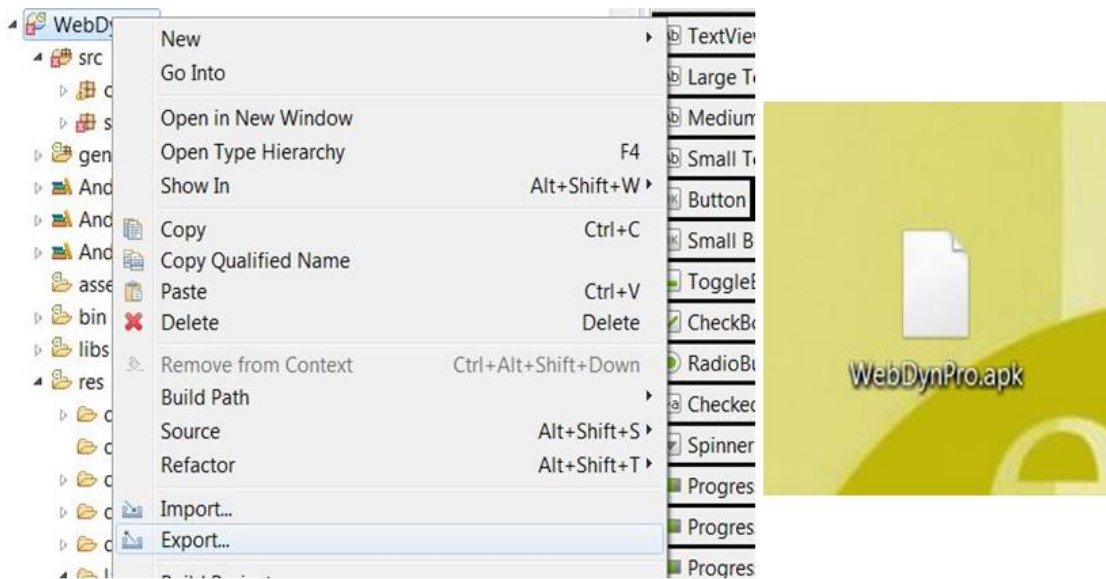


Figura 4.56 Creación de .apk

4.5 Ejecución de la aplicación en la gafa

En el capítulo 2 se explicó que la única manera de interactuar con la gafa para examinar sus archivos era a través del Gestor de Archivos del Sistema Vuzix M100. Usando este programa se podía actualizar el sistema, proyectar lo que se estaba visualizando en la gafa, añadir aplicaciones...

Para añadir la aplicación se selecciona el botón examinar de la casilla “Control de App” y posteriormente se añaden los archivos .apk que se quieren instalar. La instalación es automática y cuando el archivo se ha instalado aparece su icono en la gafa. Este hecho se puede visualizar desde la ventana situada abajo a la derecha del programa.

Las siguientes figuras nos ilustran gráficamente los pasos que son necesarios para poder instalar una apk en las Vuzix M100.

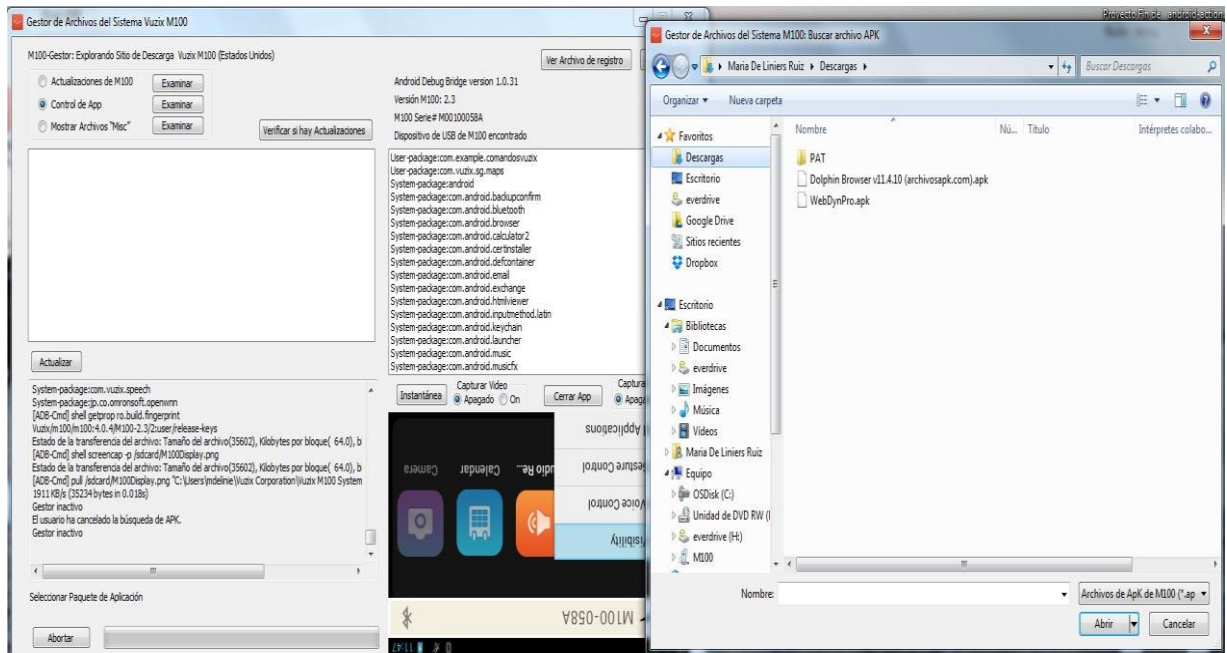


Figura 4.57 Instalación .apk en las Vuzix M100 (1)

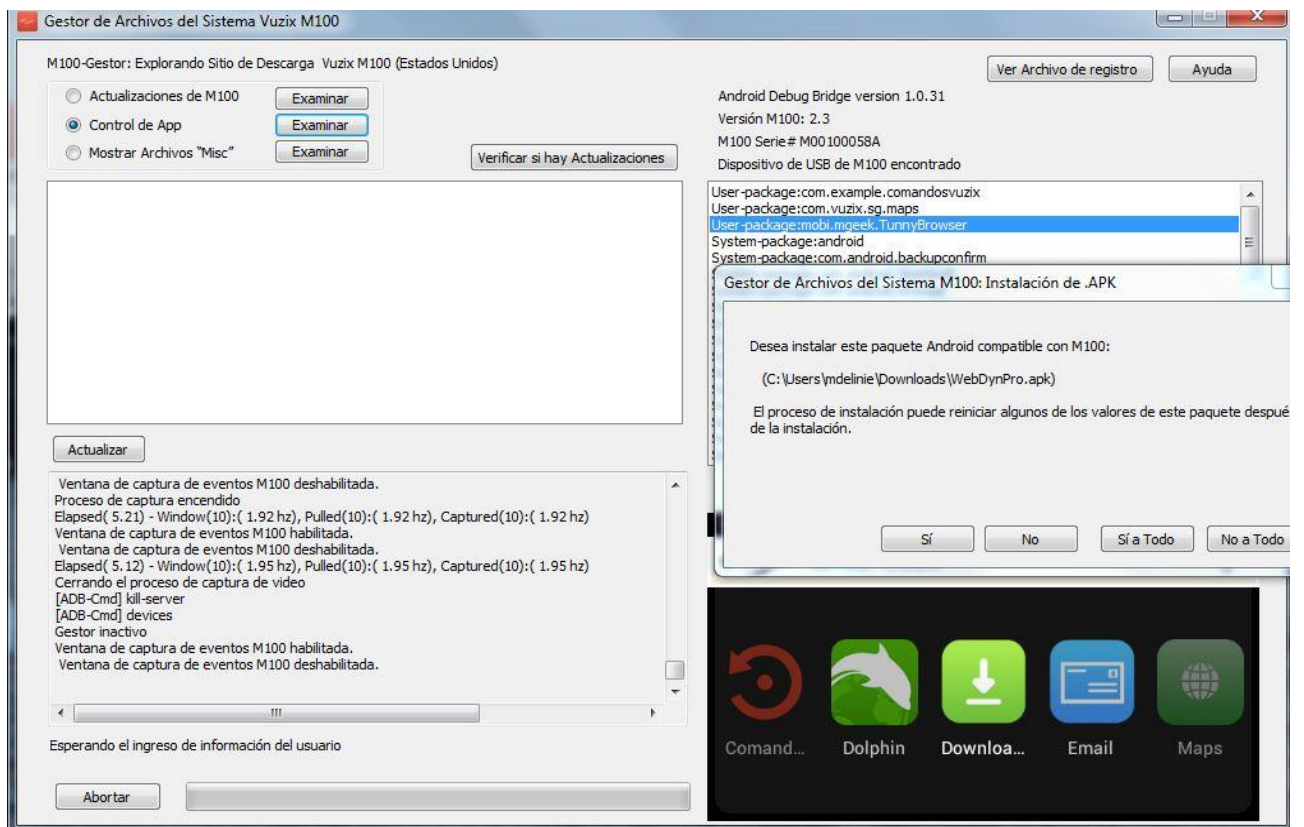


Figura 4.58 Instalación .apk en las Vuzix M100 (2)

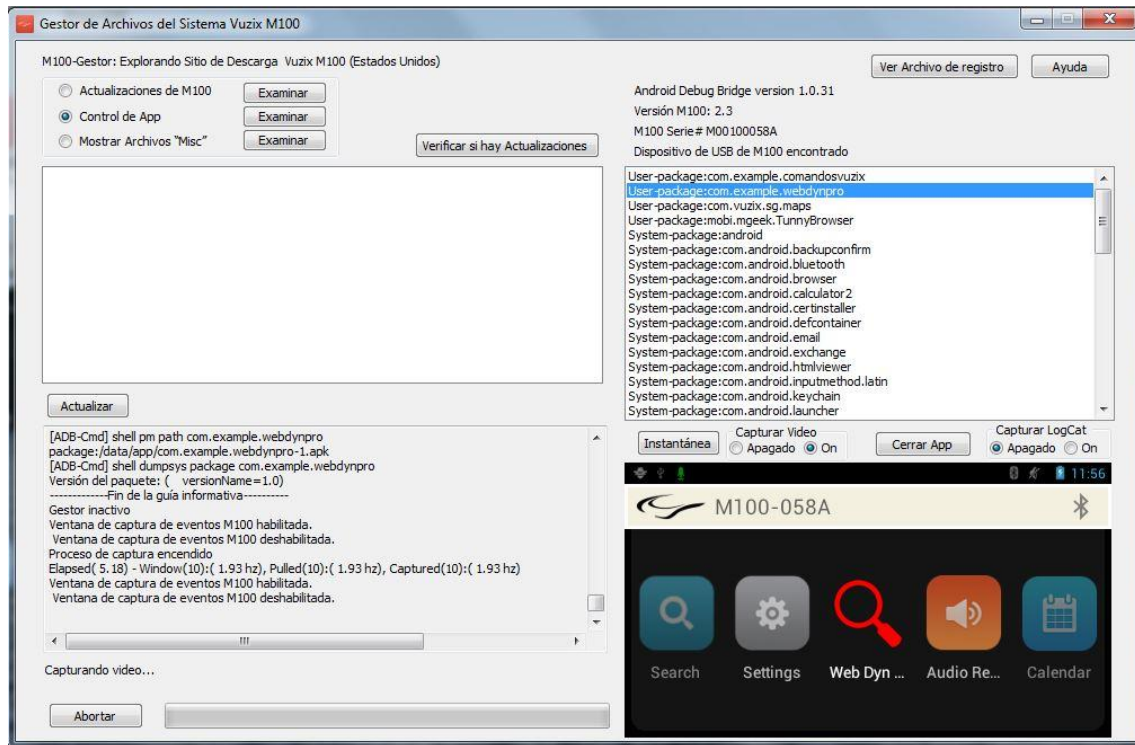


Figura 4.59 Instalación .apk en las Vuzix M100 (3)

Instalada la apk vamos a mostrar cómo se visualiza la aplicación Android desde la gafa y cómo se va a ver la web Dynpro en ella.

Las siguientes figuras provienen de capturas de pantalla de la interfaz gafa-usuario. Es probable que la imagen salga borrosa, esto es debido a que la captura se realizó a partir del Gestor de archivos del Sistema Vuzix M100 y al ampliar la imagen se ha perdido calidad.

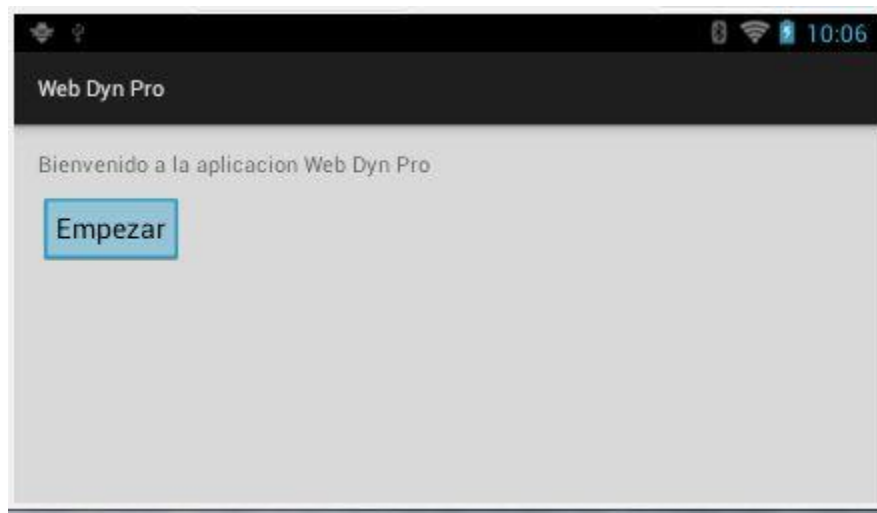


Figura 4.60 Visualización app en Vuzix M100 (1)

Como se aprecia en Figura 4.61 la aplicación al requerir de un navegador para abrir la URL se encuentra que hay dos instalados. Para el funcionamiento de la web Dynpro es necesario que se acceda desde Dolphin en modo escritorio. Las siguientes ventanas son las mismas que se han visto cuando se ha mostrado el funcionamiento de la web Dynpro en un portátil. Ver Figura 4.61, Figura 4.62 y Figura 4.63.

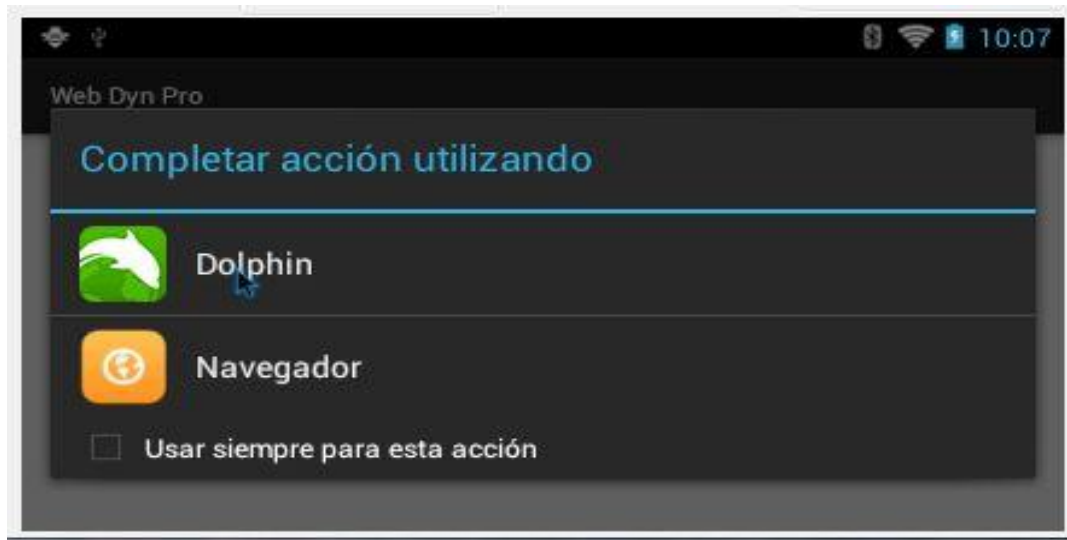


Figura 4.61 Visualización app en Vuzix M100 (2)



Figura 4.62 Visualización app en Vuzix M100 (3)

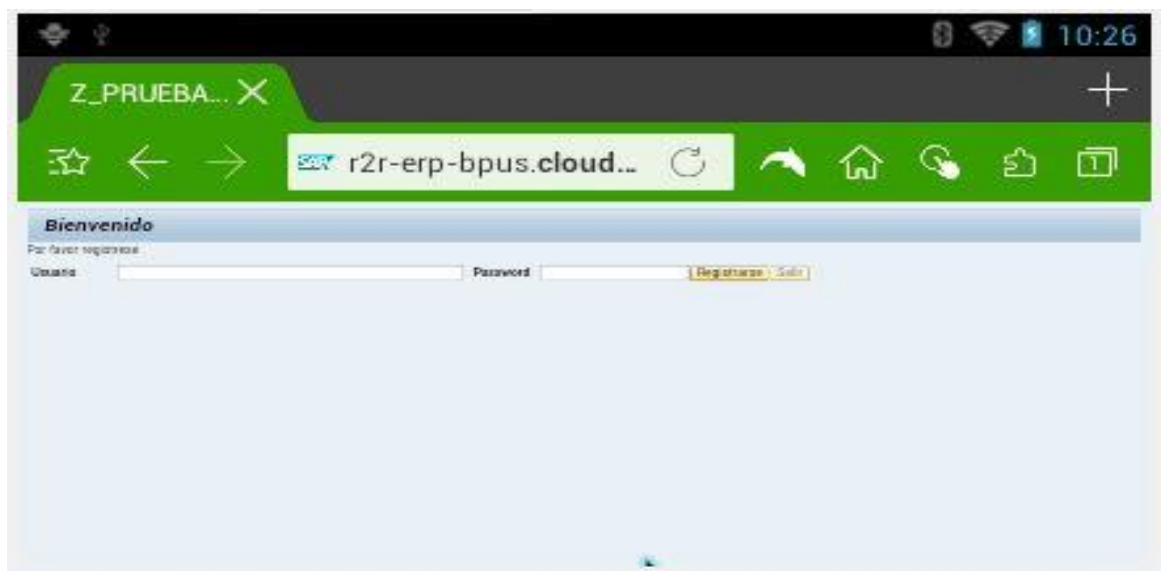


Figura 4.63 Visualización app en Vuzix M100 (4)



Capítulo 5 - EXPERIMENTACIÓN

Tras haber desarrollado una web Dynpro capaz de aportar la información necesaria para realizar el proceso de picking, se ha continuado con la integración de dicho diseño para que se pudiera ejecutar en las Vuzix M100 a través de una aplicación creada en Android.

Las primeras pruebas habían tenido como objetivo poder visualizar en un dispositivo móvil la misma interfaz que se proyectaba en los ordenadores. Como es habitual en estas situaciones, han ido apareciendo obstáculos (incompatibilidades con los exploradores, problemas de conexión a VPN..., etcétera) que se han solucionado hasta conseguir que visualizar una orden de trabajo de picking fuera una realidad.

En este nuevo capítulo se muestra cómo este prototipo de tecnología sustitutiva de los dispositivos de radiofrecuencia se ha llevado a cabo dentro del almacén de la empresa. A partir del estudio del tiempo consumido en realizar el proceso de picking de dos pedidos utilizando las gafas inteligentes, se obtuvieron interesantes resultados que en el experimento se comentan con detalle. Además, estos pedidos también se realizaron con el terminal de RF Motorola MC3190 para poder comparar los resultados. El análisis de ambos tiempos determinó la eficiencia conseguida gracias al empleo de esta nueva tecnología. Sin embargo, no sólo se comentan las ventajas de esta incorporación, sino que, con el estudio de la puesta en marcha del proceso y la opinión del operario que realizó la prueba, se explican también las debilidades de esta nueva tecnología y los campos a mejorar.

5.1 Motivaciones previas al experimento

Gracias a los capítulos anteriores se ha mostrado cómo es el proceso de picking que se realiza en la empresa TEXTIL S.A. Analizando dicho proceso se han observado los siguientes puntos débiles:

- Los operarios necesitan las dos manos para trabajar.
- El dispositivo de RF es operativo pero se considera poco ergonómico y tecnológicamente limitado.

- El procedimiento de lectura unitaria de códigos barras se considera poco eficiente a pesar de que garantiza 0 errores de envío.
- Este proceso emplea mucho tiempo en desplazamientos que se deberían minimizar.

Para corregir estos puntos débiles se ha presentado una nueva tecnología el *Smart Pick*, o picking realizado con unas gafas inteligentes. En los capítulos anteriores ya se ha hablado de ello, en concreto se ha presentado el dispositivo de las Vuzix M100, y la solución Web Dynpro que ha sido la escogida para solucionar la problemática anteriormente comentada. Esta solución se busca que:

- Permita trabajar a los operarios con las manos libres.
- Sea sencilla de aplicar y no requiera de un periodo de formación alto.
- Mejore la ergonomía del proceso y aumente la seguridad de los operarios.

Tras la realización de una encuesta a los operarios de TEXTIL S.A. se ha obtenido un resultado alentador a favor de esta tecnología. Un **75%** de los operarios opinan que su productividad realizando el proceso de picking aumentaría de forma considerable si dispusieran de las dos manos libres.

Por lo que la motivación del experimento es que a través de un simulacro de un pedido real poder llegar a contrastar que las anteriores hipótesis son ciertas y esta nueva tecnología las corrige. El experimento debe ser sencillo de realizar y debe permitir que se pueda observar, medir, comparar, preguntar para después poder analizar y conocer si han alcanzado requerimientos prefijados.

Para poder comparar se realizará el pedido ficticio con la tecnología actual (dispositivos de RF) y con las Vuzix M100. El objetivo del experimento se resume con la siguiente frase:

“Medición de los tiempos empleados en la realización del picking de un pedido ficticio por un operario experimentado, usando las *Smart Glasses* y los terminales de RF para su posterior análisis.”

El experimento se dividirá en tres fases que tratan lo siguiente (Véase Figura 5.1):

- Fase formación y aprendizaje:
 - Charlas de formación a los operarios que van a ser partícipes de la prueba sobre el funcionamiento de las gafas Vuzix M100.
 - Visualización de la web Dynpro y explicación de sus características a los mismos operarios.
- Fase realización del experimento:
 - Proceso de picking con las Vuzix M100 y los dispositivos de RF.

- Fase análisis de procedimientos y tiempos:
 - Recogida de impresiones de los trabajadores involucrados en el simulacro.
 - Análisis de los resultados.

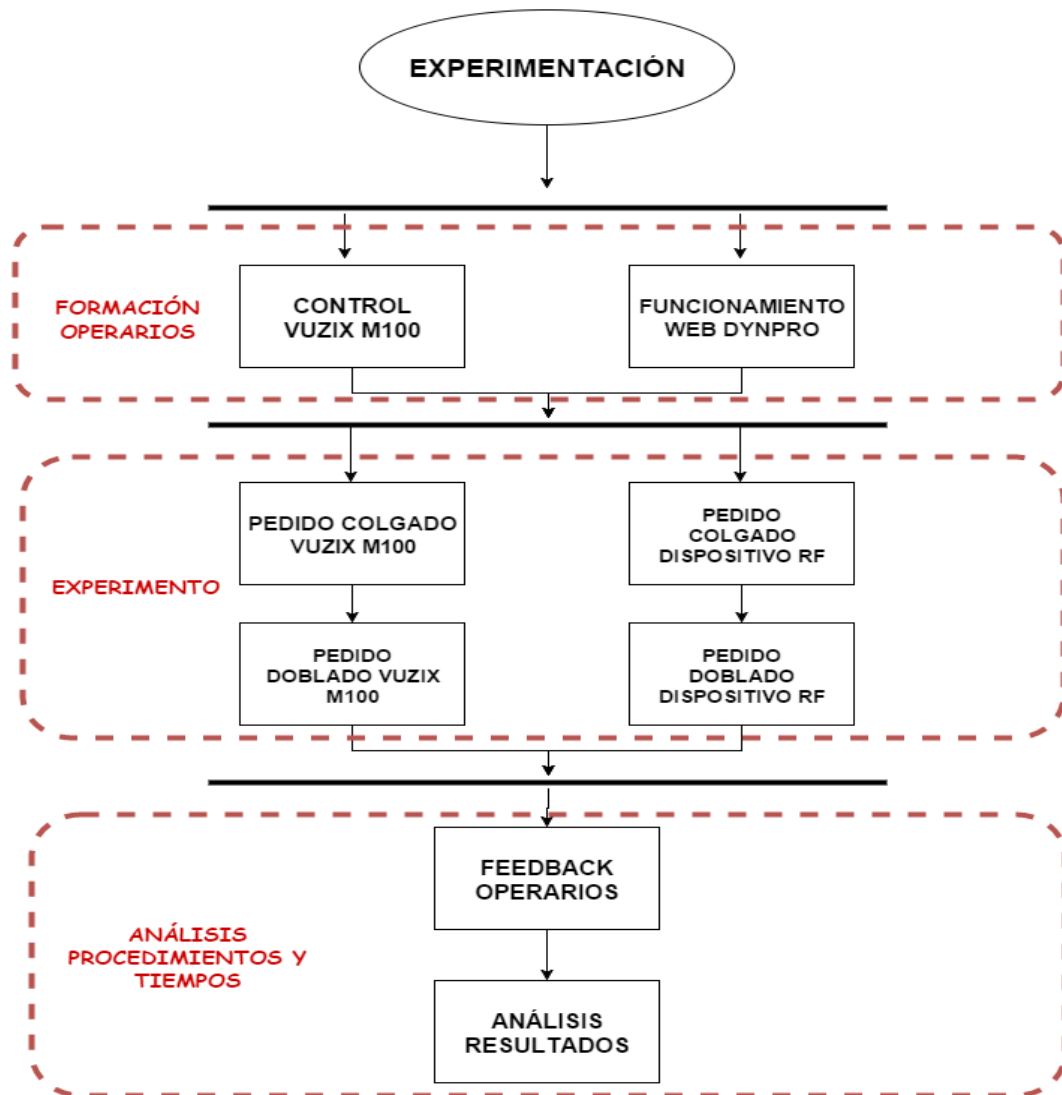


Figura 5.1 Secuencia experimentación

5.2 Experimento

Ya se conoce lo que se espera del experimento, en este apartado se explica más en detalle su funcionamiento.

Antes de empezar a hablar de la parte tecnológica del experimento, para contextualizar se muestran todos los requisitos que son necesarios para su realización:

- Almacén con sus instalaciones
- Pedido ficticio creado por el responsable de almacén
- Ubicaciones con stock suficiente de la referencia a extraer
- Operario experimentado en el proceso picking
- Vuzix M100
- Web Dynpro
- Máquina Azure inicializada
- Conexión Wi-Fi
- Terminales de RF
- Cronómetro

Con respecto a la parte de holgura de stock, el pedido se va a realizar con prendas del canal de Factory ya que es un canal que por finalización de temporada va a tener una ubicación fija con suficientes existencias para su extracción.

Entrando en detalle en la parte funcional y tecnológica del experimento a realizar con las gafas inteligentes se encuentra lo siguiente:

- Los datos que van a conformar el pedido se cargan en la tabla Zpicking, que ha sido creada en el capítulo de implementación.
- El pedido se ha separado en dos: uno de prenda doblada y otro de colgada.
- El pedido de prenda doblada se le asigna al usuario T01 y el de colgada al T02.
- Para que se parezca a un pedido del canal Online, cada pedido está formado por 3 referencias.
- El orden en que aparecen las referencias para su extracción es el mismo que el que proporcionaría SAP WM.
- El mismo pedido se volverá a realizar con un terminal de radiofrecuencia.

Como se ha comentado anteriormente, el pedido se divide en dos para evitar que una tecnología saliera perjudicada por aprendizaje. El pedido de colgado se hará primero, con el dispositivo RF, y el de doblado con las gafas inteligentes. A priori, puede parecer que el proceder primero con una tecnología da ventaja a la segunda porque se conoce qué artículo es y dónde está ubicado, pero también hay que tener en cuenta que el operario que va a realizar el proceso tiene una experiencia considerable y conoce perfectamente el almacén, sus ubicaciones e incluso los productos que éste acoge, por lo que esa ventaja no es considerada tan determinante.

También hay que tener en cuenta que este proyecto es un prototipo que está por desarrollar y que, a pesar de que la gafa tiene un escáner instalado entre sus aplicaciones, éste no está

integrado en la aplicación, al igual que el control por comandos de voz. Por ello, se indicará a la operaria que vaya a realizar el simulacro que, para que sea lo más parecido a lo que podría llegar a ser este innovador proyecto, tiene que trabajar como si estas funcionalidades estuvieran activas, es decir, que, cuando se aproxime a un código de barras, tendrá que acercarse a él y quedarse parada unos dos segundos, simulando que el código estaría siendo leído y trasladado a la casilla correspondiente de la ventana de la web Dynpro. Del mismo modo sucederá, por lo tanto, cuando coja una cantidad de artículos. En ese momento tendrá que decir el número de los que se extraen y este número se actualizaría en la aplicación. Ambos inputs se podrían introducir de manera manual, pero esto implicaría una inversión de tiempo elevada y desvirtuaría los resultados y el principal objetivo a estudiar, que el operario desarrollase el proceso de picking con las manos libres.

Por último, al existir la posibilidad que el operario no distinga bien la información que aparece en la orden de trabajo, donde están recogidos los campos fundamentales para realizar el proceso de picking (descripción del producto, ubicación y cantidad a recoger), se ha ejecutado desde un terminal móvil la web Dynpro y se han realizado una serie de capturas de pantalla con la finalidad de:

- Poder visualizar, sin realizar esfuerzo, el contenido de todas las ventanas de la web Dynpro.
- Seguir la misma secuencia que se seguiría si se estuviera usando la aplicación.

Para la consecución de la primera se ha aportado zoom a la imagen, ya que modificar los elementos de la web requiere unos determinados conocimientos de programación. Y para la segunda se le ha asignado un orden determinado a las imágenes antes de ser importadas al dispositivo.

Con esta medida, además de conseguir que el operario pueda visualizar nítidamente la información, se evita que una posible pérdida de la conexión Wi-Fi dentro del almacén provoque una caída de la aplicación, con el ahorro consecuente de su repetición. Sin tener que llegar al extremo de la desconexión total, con que no haya una buena conectividad, los tiempos del proceso con la gafa aumentarían considerablemente.

5.2.1 Formación e impresiones previas al simulacro

Lo ideal es que este proyecto sirva de punto de partida para que las empresas tengan un conocimiento previo de nuevas tecnologías que ya son una realidad y muestren interés por implantarlas en sus almacenes. La empresa TEXTIL, S.A es una de ellas. Su responsable de logística está implicado en proyectos de innovación en la gestión de almacenes, como el “Smart Pick” o el picking realizado con las gafas inteligentes. La muestra de interés en esta

tecnología responde al hecho de que posee las ventajas del picking por voz junto con nuevas funcionalidades por descubrir que, seguro, mejorarán la tecnología existente.

El motivo de tener una reunión previa con el responsable de logística es exponerle los principales puntos del experimento para que después pueda aprovechar el máximo de él, y además poder sacar sus propias conclusiones sobre esta tecnología. Junto con el responsable de logística se encontrará el operario/a que realizará el proceso de picking que recibirá una formación sobre el funcionamiento de las Vuzix M100 y entenderá la lógica de pantallas de la web Dynpro.

Los principales puntos de los que constará la reunión son los siguientes:

- a) Visualización de la web Dynpro en un portátil
- b) Controlar las Vuzix M100
- c) Ejecutar la aplicación web Dynpro desde la gafa
- d) *Feedback* del prototipo

Durante la reunión lo primero que se hace es explicar los requerimientos previos que se tienen que cumplir para poder visualizar la web Dynpro en un dispositivo. En este punto, conviene recordar que, para que funcione la web Dynpro, la máquina virtual Microsoft Azure que ha servido de soporte para su creación, debe estar encendida y el explorador donde se ejecute debe cumplir los requerimientos que permitan su visualización.

Habiendo tenido en cuenta estos condicionantes, ya se puede visualizar la web Dynpro. En la primera conexión es preciso el registro con el usuario de desarrollador de SAP. Después, no es necesario, ya que la URL reconoce el dispositivo con el que se accede. Ver Figura 5.2



Figura 5.2 Explorador que soporta la web Dynpro

Con la web Dynpro operativa, se instruye al responsable de logística a manejarla. Éste ha reconocido que el poder añadir una foto del artículo mejora lo anterior, pero lo que más le llama la atención ha sido la posibilidad de trabajar en un futuro con los comandos de voz, ya que eso agilizaría notablemente el proceso.

Una vez familiarizados con la web, se enseña al mencionado responsable junto al operario a utilizar las gafas. Primero se le indica cómo ponérselas, luego se le muestra los distintos modos de manejarla (botones, voz o gestos) y, por último, se le deja acceder a alguna de las aplicaciones instaladas en la gafa, como la cámara de fotos o el escáner. Además, se realiza la prueba de escanear algunos códigos de barras para ver cómo funcionaría el escáner en un hipotético futuro.

Lo último que falta es acceder a la web Dynpro desde la gafa. Para ello, es necesario tener conexión a internet, por lo que había que conectarse a una red que cubriera todo el almacén para evitar caídas de la aplicación. Tras ello, se inicializa la aplicación Android instalada en la gafa que permite la conexión directa con la web Dynpro.

Dentro de la web Dynpro, al no distinguirse con facilidad el texto, ha sido necesario vincular la gafa por *bluetooth* a un smartphone donde está instalada la aplicación 'Vuzix Smart Glasses Manager', con la que se puede controlar la gafa desde un terminal móvil. Gracias a ello, desde el móvil, el responsable puede activar el zoom y navegar por la aplicación, observando lo mismo que había visualizado en el portátil.

La impresión recogida antes de empezar el experimento ha sido que cuando estuvieran operativos los comandos de voz, podría ser la tecnología que mejor acogida tuviera en el sector. La ergonomía ha sido criticada, considerando inviable que un operario estuviera 8 horas con este dispositivo. Atendiendo a ello, cabe comentar que el modelo de Vuzix que se usó para el experimento es el primero que ha salido al mercado y que se está trabajando para lanzar nuevos modelos en los que el peso es menor y el tamaño de la pantalla mayor.

Con respecto al pequeño tamaño de la pantalla, se decide que lo más cómodo es que el operario use las imágenes en el experimento, ya que si tiene que llevar el móvil encima, la ventaja de ir con las dos manos libres se pierde y, con ello, la ventaja competitiva que aporta esta tecnología.

5.2.2 Pedido colgado RF vs Vuzix M100

El pedido a realizar está formado por 3 referencias, dos faldas y un top, de las cuales se extraerán 10, 8 y 11 unidades, respectivamente. Las 3 prendas se encuentran en el mismo nivel, compartiendo el mismo pasillo las faldas y en uno distinto el top.

Cabe recordar en este punto cómo se realiza el proceso de picking de la ropa de doblado: la operaria va avanzando por los pasillos en orden ascendente, extrayendo de cada pasillo las referencias solicitadas; las prendas que se van extrayendo se dejan colgadas en el sistema de railes del pasillo central y, a medida que se avanza por dicho pasillo, se van empujando. Si el número de unidades que hay que extraer no puede ser llevado en una mano, se hacen dos o más viajes. Este número no es fijo, sino variable, puesto que depende del volumen de cada prenda (un vestido ocupa más que una falda) y del propio operario.

Siguiendo los pasos del experimento, primero se realiza el pedido con el dispositivo RF tardando un tiempo de 2' 33" y, posteriormente, con la gafa, tardando 1' 56". Hay que tener en cuenta que los responsables de la empresa TEXTIL, S.A, para disminuir el número de errores, hacen leer a sus operarios el código de barras de todos los productos que se van extrayendo. Sin embargo, la aplicación web Dynpro ha sido diseñada con la posibilidad de funcionar por voz, por lo que sólo es necesario leer una vez el código de barras de la referencia a extraer y luego, por comandos de voz, indicar las unidades a extraer. Esta restricción, junto con la posibilidad de que el picking con la gafa ofrece la ventaja de tener ambas manos disponibles, explica la mejora de tiempos proyectada.

A continuación se explica, paso a paso, cómo han sido realizados los dos procesos, para después mostrar una tabla con los *check points* que se han medido y poder hacer, de esta forma, una comparativa.

▪ Picking con el dispositivo RF

Como todo pedido que se realiza, primero ha de ser dado de alta en SAP WM para que el ERP bloquee las cantidades necesarias de referencias a extraer. Además, si este artículo se encuentra localizado en más de una ubicación, por el tipo de estrategia de extracción se seleccionará la ubicación que menor cantidad posea. Para evitar que existieran tiempos de desplazamientos distintos que adulterasen los resultados, se han escogido las ubicaciones que pertenecen al tercer nivel, el mismo donde luego se haría el picking con la gafa.

Cuando el trabajador llega al nivel tres, empieza a contar el tiempo. Lo primero que hace la operaria es leer la orden de trabajo y dirigirse al pasillo donde hay que extraer la primera prenda, que era el top. Al llegar a dicho pasillo, lee el código de barras de la ubicación y, posteriormente, comienza a retirar una por una las unidades requeridas, leyendo sus respectivos códigos de barras. Como hay que seleccionar 11 unidades, se tiene que hacer dos viajes, puesto que la operaria sólo puede sostener 9 prendas en su mano. Al ser una ubicación que se encuentra localizada al principio del pasillo, el desplazamiento no ha penalizado mucho en el tiempo total del proceso: alrededor de seis segundos se consumieron en ir, dejar las prendas en el pasillo central y volver a por las dos restantes.

Una vez terminada la extracción del top, la nueva orden de trabajo manda a la operaria a otro pasillo, donde se ubican las faldas. Este pasillo se encuentra al final y la trabajadora ha tenido que ir empujando por los raíles los tops colgados hasta llegar a dicha localización, tardando 17 segundos en recorrerlo. Después, actuando de la misma manera, extrae la segunda referencia; esta vez no es necesario hacer dos viajes. Cuando termina, cuelga las prendas en el pasillo central y vuelve al pasillo, para hacer lo mismo con la última referencia que se encuentra más adentro, tardando 27 segundos desde que ha entrado en el pasillo hasta que cuelga las prendas pertenecientes a la segunda referencia en el pasillo central y 48 segundos para la tercera y última referencia.

Por último, todas las prendas se depositan al principio del pasillo para que el sistema de raíles las baje a la zona de *packing*. Esta última tarea dura 8 segundos. Una vez realizada, se para el crono dejando el tiempo total del proceso en 153 segundos.

▪ Picking con las Vuzix M100

Después de terminar el proceso de picking con RF, se vuelven a colocar todas las prendas en su ubicación y la operaria retorna al punto inicial donde se había empezado a cronometrar el simulacro. Cuando llega a esa posición, durante aproximadamente un minuto, se ha estado colocando las gafas y ajustándoselas de tal manera que le resulten lo más cómodas posibles para poder realizar la prueba. Este tiempo no se contabiliza, al igual que el de encendido y el de cargado del pedido en la pistola móvil, pues se considera que es un tiempo fijo que se tendría que repartir entre todos los pedidos que se hicieran

durante el turno. Además, la idea es que la colocación de la gafa se hiciera en los vestuarios como si fuera una prenda más del uniforme de trabajo.

Como se ha comentado en la introducción a este capítulo, el experimento se hace a partir de una secuencia de capturas de pantalla. Como es el pedido de colgado, hay que registrarse con el usuario T02, por lo que la primera pantalla que ve la operaria es la siguiente (Figura 5.3):

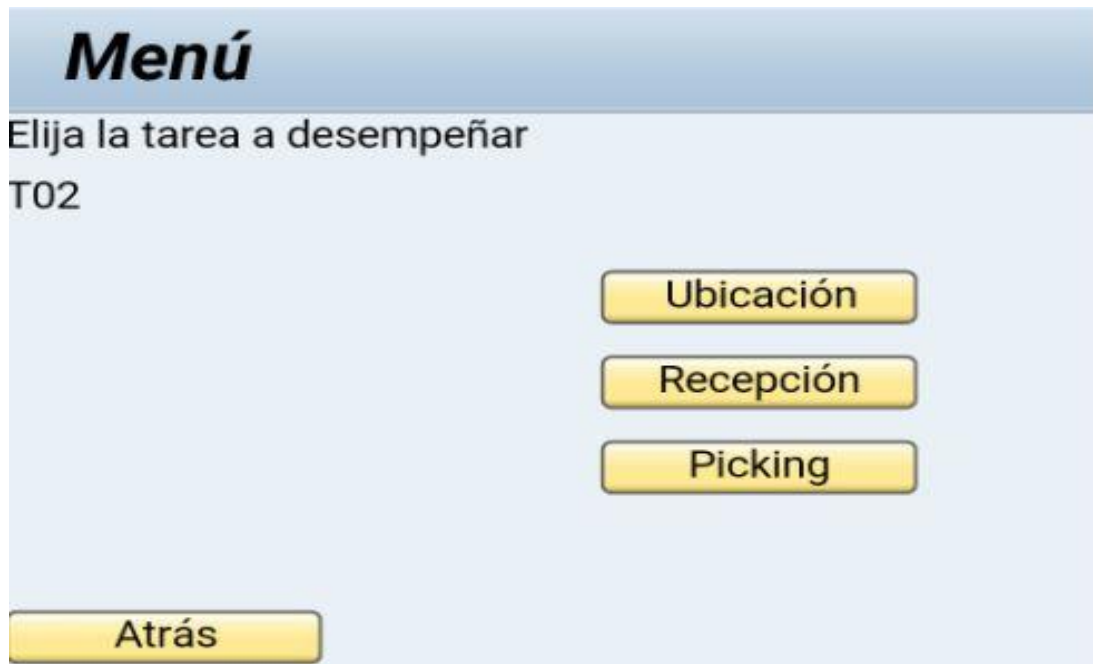


Figura 5.3 Menú trabajador T02

Una vez en el menú, con la gafa seleccionaría el botón de picking pero al estar trabajando con la secuencia de fotos se selecciona el botón de avanzar de la gafa para acceder a la orden de trabajo del primer artículo. La siguiente ventana en salir (Figura 5.4) contiene la información fundamental que necesita un operario para realizar el pedido de picking:

- La descripción del producto
- El tipo de almacén y su ubicación
- La cantidad a retirar

Las casillas en blanco son los *input fields*, donde se metería el código de la ubicación y, posteriormente, saltaría un mensaje de error si la ubicación o las cantidades no fueran las correctas.

Además, en la parte final de la pantalla, aparecen los botones de 'Opciones', 'Foto' o 'Más información', en los que el usuario puede acceder a información adicional para completar su conocimiento sobre el pedido. Sin esta información, no obstante, se puede completar un pedido sin problemas; únicamente hay que saber a qué cliente va destinado el producto una vez terminado el picking.



Orden Picking

Artículo 1

Info Procedencia

Descripción: TOP. VAGARA, Verde, 40

Ubicación: N03 N3P24C02F3

Cantidad: 11

← [Icono de guardar] Foto Opciones Más Info →

Figura 5.4 Orden de trabajo picking

La secuencia que se sigue entre las pantallas durante el experimento es la siguiente (Ver Figuras 5.5 hasta 5.10):

- Orden Picking
- Foto
- Orden Picking
- Más información
- Orden Picking
- Siguiente artículo

El botón de opciones no se pulsa en ningún momento, puesto que las funcionalidades que tiene no están activadas debido a que se usan para casos excepcionales que no han sido empleados en este pedido.

Las siguientes imágenes muestran la secuencia para el primer artículo. El resto de artículos seguirán la misma línea, salvo el último, que vuelve al menú principal. Esta misma secuencia también se sigue en el pedido de doblado.

Orden Picking

Artículo 1

Info Procedencia

Descripción

Ubicación:

Cantidad:

Figura 5.5 Secuencia picking Vuzix M100 (1)



Figura 5.6 Secuencia picking Vuzix M100 (2)

Orden Picking

Artículo 1

Info Procedencia

Descripción

Ubicación:

Cantidad:

Figura 5.7 Secuencia picking Vuzix M100 (3)

Información más detallada

Tipo de almacén: Código:

Centro: Almacén:

Cliente:

Entrada: Bulto:

Figura 5.8 Secuencia picking Vuzix M100 (4)

Orden Picking

Artículo 1

Info Procedencia

Descripción

Ubicación:

Cantidad:




  

Figura 5.9 Secuencia picking Vuzix M100 (5)

Orden Picking

Artículo 2

Info Procedencia

Descripción

Ubicación:

Cantidad:




  

Figura 5.10 Secuencia picking Vuzix M100 (6)

Volviendo al simulacro, cuando la operaria da el 'ok', se empieza a cronometrar. El tiempo consumido hasta llegar al primer pasillo es similar al consumido por el dispositivo de RF: 17 segundos.

Una vez dentro del pasillo, se experimentaron las ventajas de esta nueva tecnología. Cuando llega a la ubicación del top, se acerca con la gafa durante dos segundos, simulando que el escáner estaría leyendo el código de barras y comprobando que es el correcto. A continuación, procede a leer el código de barras del primer top, actuando de la misma manera, acercándose durante aproximadamente dos segundos para que sea detectado cuando se activase esta opción.

Posteriormente empieza la extracción de artículos. Se recuerda que de esta primera referencia había que extraer 11 y que con el dispositivo de RF tuvo que hacerse dos viajes, puesto que pudo sujetar 9. Sin embargo, con la gafa, al disponer de las dos manos libres, en un viaje se llevan al pasillo central las 11 unidades. Antes de abandonar la ubicación, la operaria dice en voz alta "once", como se hace en el picking *por voice*. Este número sería un input que se introduciría en la casilla de cantidad y se chequearía con la cantidad que solicita la orden de trabajo, indicando, en el caso de diferir, al operario que ha habido un error. El tiempo empleado en la extracción de la primera referencia han sido 23 segundos, consumiendo menos segundos que con la tecnología anterior.



Figura 5.11 Operaria realizando picking con Vuzix M100

Cuando termina con el primer artículo sale del pasillo, cuelga las prendas y va avanzando por las diferentes pantallas hasta llegar a la orden de picking del siguiente artículo. Tras leer la ubicación y empieza a moverse arrastrando con una mano las prendas y con la otra aprovecha para ir viendo más información acerca del artículo a recoger, como una foto para que en el caso de que hubiera más de un color de esa referencia en esa posición poder distinguirlo nada más llegar a la ubicación. Durante esos 17 segundos que dura el trayecto hasta la nueva ubicación, los mismos que con la otra tecnología, la operaria ha podido llegar más informada. En el caso de olvidar un dato de la prenda no tiene nada más que levantar la vista para verlo en la gafa, mientras camina de forma segura evitando algún posible obstáculo que estuviera en su camino.

El procedimiento de extracción de la segunda y tercera referencia es el mismo que el realizado para la primera, salvo que esta vez cuando termina con la segunda referencia, como no hay que desplazarse la operaria tuvo que detenerse pasar por las pantallas ver toda la información, asimilarla y continuar. Los tiempos de extracción de cada referencia han sido 21 y 29 segundos.

Terminada toda la extracción la operaria puede usar las dos manos para mover todas las prendas a la posición inicial para que sean enviadas a zona de packing. Tras todo el proceso el crono se detiene en 156 segundos.

En la siguiente tabla se desglosan y concretan los tiempos de los dos procesos:

Tabla 5-1 Tiempos picking colgado

	Tipo de picking			
	Picking con RF		Picking con Vuzix M100	
Proceso	Tiempo tarea (s)	Tiempo total (s)	Tiempo tarea (s)	Tiempo total (s)
Recorrer el pasillo hasta la primera ubicación	16	16	17	17
Extracción de la primera referencia	37	53	23	40
Recorrer el pasillo hasta la siguiente ubicación	17	70	17	57
Extracción de la segunda referencia	27	97	21	78
Extracción de la tercera referencia	48	145	29	107
Llevar el pedido a la zona de envío	8	153	9	116
TOTAL	-	2' 33"	-	1' 56"

5.2.3 Pedido doblado RF vs Vuzix M100

Al igual que el anterior pedido, el que se trata en estas líneas también está formado por tres referencias: dos camisetas y una chaqueta, cogiéndose 11 unidades la primera camiseta, 9 de la segunda y 14 de la chaqueta.

Como se ha hecho con el proceso de colgado, conviene recordar cómo se realiza el picking de las prendas dobladas. Lo primero que hace el operario es coger una bolsa de plástico donde guardará las prendas que se van extrayendo y que será desplazada por las ubicaciones hasta la finalización del proceso. La bolsa tiene un volumen considerable, aunque por aspectos ergonómicos, cuando se trabaja con pedidos muy grandes, se cambia de bolsa, con el desplazamiento que conlleva.

En las ubicaciones de prendas dobladas no existe el problema del aumento de desplazamientos por no poder extraer todas las unidades requeridas en los pedidos de ropa colgada, ya que no es necesario salir al pasillo central a depositar las prendas, puesto que la bolsa se encuentra a los pies del operario. Sí existe el hándicap de necesitar una nueva bolsa porque la que se está utilizando completa su capacidad, pero como se ha comentado, este supuesto sólo se da en pedidos que requieren de un alto número de unidades.

Para evitar que el aprendizaje de la secuencia de ubicaciones a extraer se viera reflejado en los tiempos, esta vez, primero se realiza el proceso de picking con las Vuzix M100 y después con el terminal de RF. Con la gafa, el pedido ha durado 1' 18" y con el terminal de RF, 1' 46".

También hay que destacar que el nivel 3B del almacén, que es donde se realiza este segundo simulacro, tiene una superficie menor, siendo los pasillos más cortos, estrechos y cercanos entre sí, lo que provoca que los desplazamientos entre las ubicaciones sean menores.

Al igual que con las prendas colgadas, a continuación se va a explicar paso a paso el pedido de prendas dobladas, recogiendo también una tabla comparativa de tiempos medidos durante la realización de los simulacros.

- **Picking con las Vuzix M100**

Como el último proceso había sido el de picking colgado con las Vuzix M100, la operaria ya contaba con el dispositivo regulado a su medida, por lo que no ha tenido que invertir tiempo en ello.

El pedido de las prendas dobladas está programado para que lo realice el usuario T01, así que, cuando la operaria se encuentra con el menú de T01, se pone en marcha el crono.
Figura 5.12

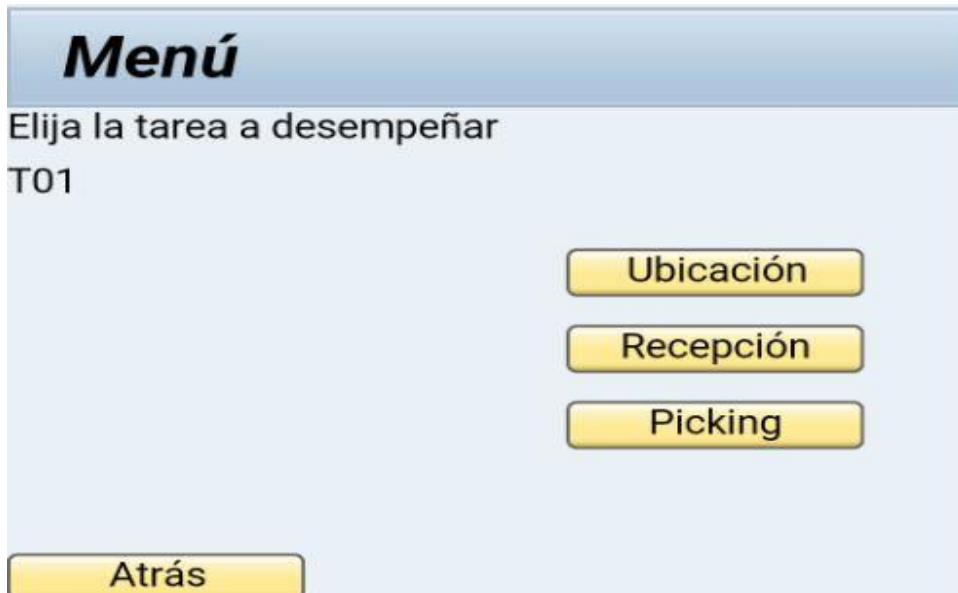


Figura 5.12 Menú trabajador T01

Como se puede observar, se trata del mismo menú, pero el acceso es con otro usuario. La orden de trabajo es la misma (Figura 5.13) y la secuencia de imágenes seguida en este proceso de ropa doblada, también.

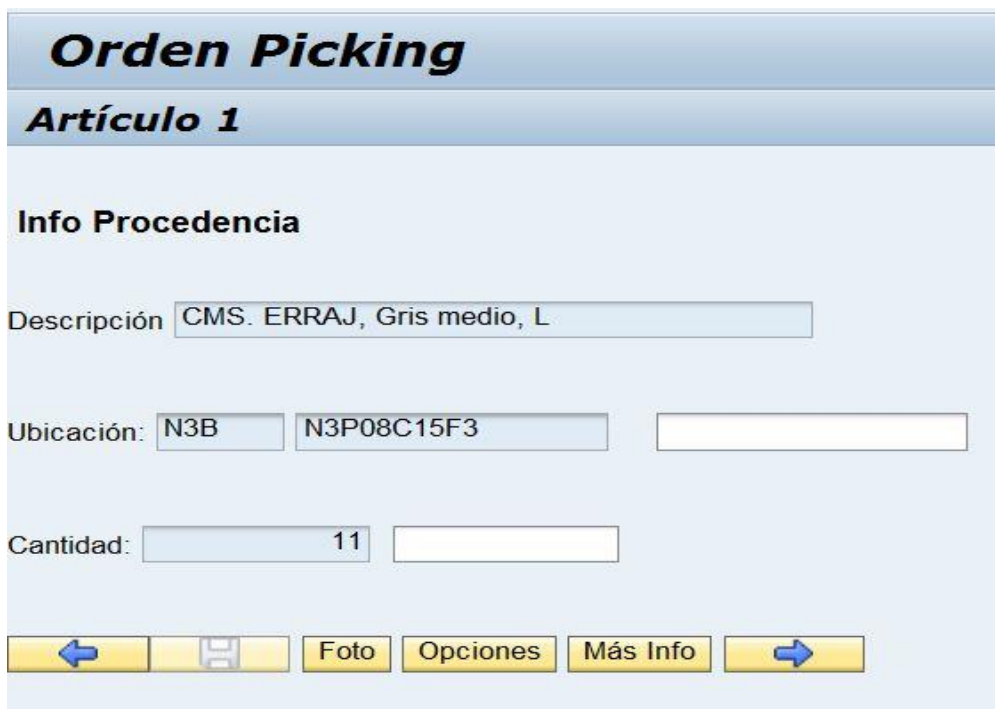


Figura 5.13 Picking doblado Vuzix M100



Al haberse familiarizado con la estructura de imágenes visualizada en la gafa, la operaria puede ver toda la información sobre el primer artículo antes de llegar a la primera ubicación, que se encuentra al final del pasillo. Este trayecto dura 11 segundos y, durante este recorrido, ha tenido que coger la bolsa en la que se irán guardando las unidades extraídas.

Cuando accede al primer pasillo, actúa de la misma forma que en el pedido anterior. Primero se acerca al código de la ubicación, permanece alrededor de 2 segundos y procede a extraer unidades y a meterlas en la bolsa. Como hizo anteriormente, sólo lee el código de barras del primer artículo extraído y, cuando ha seleccionado las 11 unidades, dice en voz alta dicho número, haciendo referencia a la cantidad que hay que extraer para que entrase en el sistema como un input. Únicamente se emplearon 16 segundos para completar la primera tarea de extracción.

El siguiente paso es el de visualizar el siguiente artículo, que se encuentra dos pasillos más adelante. Como las ubicaciones están muy próximas, la operaria lee en el sitio la nueva información y, posteriormente, agarra la bolsa y se dirige hacia el nuevo objetivo. En cuatro segundos llega a su ubicación y, pasados 18, ya completa las unidades a extraer de ese artículo.

El último artículo está en el siguiente pasillo. Esta vez no le es necesario detenerse en la foto, ya que la operaria conoce el producto perfectamente y sabe dónde está ubicado. Por ello, en 19 segundos se extrajeron y depositaron las 14 unidades en la bolsa y, seis segundos más tarde, usando las dos manos, deposita la bolsa en el punto de finalización del pedido.

El tiempo total del proceso ha sido de 78 segundos desde que sale la operaria con la bolsa vacía hasta que vuelve con ella llena. Se trata de un pedido muy pequeño en el que las ubicaciones han estado muy próximas entre sí.



Figura 5.14 Imagen Picking Colgado

- **Picking con el dispositivo RF**

Por el pedido anterior se sabe cómo funciona esta tecnología. El pedido ya estaba cargado en el sistema y asignado a la pistola de RF. La operaria accede al pedido y el tiempo empieza a contar. El desplazamiento a la primera ubicación es similar: 12 segundos, incluyendo la recogida de la bolsa de plástico. Sin embargo, después, cuando se han tenido que extraer las referencias, ha sido cuando se ha hecho palpable la diferencia de tiempos.

Como siempre, lo primero que hay que hacer al llegar a la referencia es leer el código de su ubicación para que el sistema detectase de dónde se están extrayendo las unidades y se actualizasen los stocks en caso de que sea la ubicación correcta, o bien que saltase un mensaje de error si no. Después, se lee el código de barras de la referencia. El tener que ir leyendo prenda por prenda aumenta el tiempo de extracción. Asimismo, hay que tener en cuenta que en esta ocasión la tecnología de RF no se ve penalizada por tener que hacer más de un viaje para depositar las prendas seleccionadas porque la bolsa dónde se depositan las unidades extraídas se encuentra los pies del operario. Sin embargo, sí que se puede apreciar que el hecho de sólo tener una mano libre hace que la manipulación de las

prendas sea más lenta, lo cual penaliza en tiempos: 27 segundos le ha llevado a la operaria la extracción de las 11 unidades de la camiseta “erraj”.

Los tiempos de los desplazamientos entre ubicaciones, al estar muy próximas, han sido prácticamente idénticos que en el pedido hecho con la gafa. Las extracciones de la segunda y la tercera referencia son mayores por los motivos ya comentados durante la extracción de la primera referencia (lectura del código de barras de cada prenda junto con la indisponibilidad de las dos manos). Siendo de 23 segundos la extracción de las 9 unidades segunda referencia y 27 segundos en la extracción de las 14 unidades de la tercera.

Al final, el tiempo total consumido durante el picking del pedido de prendas dobladas realizado con los terminales Motorola MC3190R ha sido de 106 segundos.

Al igual que anteriormente, se muestra a continuación la tabla con los tiempos desglosados a modo de comparativa.

Tabla 5-2 Tiempos picking doblado

	Tipo de picking			
	Picking con RF		Picking con Vuzix M100	
Proceso	Tiempo tarea (s)	Tiempo total (s)	Tiempo tarea (s)	Tiempo total (s)
Recorrer el pasillo hasta la primera ubicación	12	12	11	11
Extracción de la primera referencia	27	39	16	27
Recorrer el pasillo hasta la siguiente ubicación	5	44	4	31
Extracción de la segunda referencia	23	67	18	49
Recorrer el pasillo hasta la última ubicación	4	71	4	53
Extracción de la tercera referencia	27	98	19	72
Llevar el pedido a la zona de envío	8	106	6	78
TOTAL	-	1'46"	-	1'18"

5.3 Análisis de los resultados

Una vez que se ha explicado en qué consiste el proceso de experimentación, se va a proceder a hacer un análisis de los resultados obtenidos.

Lo primero que hay que hacer constar del experimento es que se ha comparado una tecnología que a día de hoy es operativa dentro del almacén, como es el RF, con un prototipo,

Vuzix M100, al que aún le falta cierto desarrollo en aspectos, por ejemplo, como la integración del escáner y de los comandos de voz para poder realizar un pedido de picking completo.

También conviene recordar las restricciones con las que se partía antes de empezar el proyecto:

- Se buscaba un prototipo que pudiera simular cómo se trabajaba en la realidad.
- En el proyecto sólo trabajaba una persona sin experiencia previa en el campo en cuestión.
- Se debía respetar lo máximo posible el modo de proceder de los operarios.
- El desarrollo del proyecto se tenía que llevar a cabo en las oficinas de Everis y no en las del cliente.
- El modelo de la gafa con la que había que trabajar, las Vuzix M100.
- La solución tendría que ser compatible con SAP.

Respetando en todo momento las citadas condiciones, la simulación pudo ser llevada a cabo. Con las mediciones obtenidas se harán comentarios sobre los tiempos y los procedimientos de los distintos tipos de picking estudiados.

5.3.1 Análisis del procedimiento

La división del pedido en una parte de sólo prendas dobladas y otra sólo prendas colgadas, tiene como objetivo eliminar tiempos de desplazamiento dentro del almacén que no van aportar diferencia entre las tecnologías y lo único que van a hacer es disminuir los porcentajes de tiempos útiles.

El experimento ideal hubiera sido el realizado por dos operarios distintos que tuvieran un rendimiento parecido y que supieran manejar las gafas con la misma soltura. Así conseguíamos evitar el aprendizaje ocasionado por repetir un mismo pedido, que además posee pocas referencias siendo muy fácil de memorizar.

No hay que olvidar que la empresa TEXTIL, S.A ofrece sus instalaciones para colaborar en el proyecto, dedicando el tiempo de sus directivos y el de sus operarios, sin ánimo de lucro. Por lo que se quiso interferir lo menos posible en sus planes, a pesar de que nunca pusieron ninguna pega cuando se les propuso algo. Este es el motivo por el que sólo se usó un solo operario y los pedidos únicamente estaban formados por 3 referencias. Pero también hemos comentado que todos los operarios que realizan el proceso de picking se conocen todas las ubicaciones y trabajan de forma “automática” cuando leen una nueva ubicación, siendo casi insignificante la diferencia entre saber cuál va a ser el siguiente pedido o no.

Con tres referencias puede parecer que es difícil obtener algún resultado y que se necesitan más para poder llegar a una conclusión. Es cierto que cuanto más artículos se seleccionasen

tendríamos más evidencias para poder defender nuestros argumentos, pero se eligieron tres por lo siguiente:

- Primer contacto con las Vuzix M100: Es habitual que cuando una persona se pone por primera vez las gafas se sienta incómodo. Es una sensación extraña que el cuerpo necesita acostumbrarse, por lo que los primeros usos suelen causar una sensación de mareo por la falta de costumbre y más si tienes que estar andando con ellas. Afortunadamente la operaria el rato que las llevó puestas no tuvo esta sensación. Es cierto que no estuvo más de 5 minutos, probablemente esa sensación con un tiempo mayor la hubiera notado. Por eso no se quiso que el pedido se hiciera demasiado largo.
- Relacionado con lo anterior, la gafa no requiere un especial dominio pero si es verdad que hay que acostumbrarse a saber enfocar y a saber dónde se ubican los botones para pulsar el que requerido en cada momento. Un pedido pequeño y de sencillo uso, que además está controlado desde la galería evitaba que la operaria en medio del experimento se quedase parada porque al tocar algún botón inadecuado y se hubiera salido de la aplicación y al no saber cómo volver se tuviera que repetir el experimento.
- Otro motivo por el que la elección de tres referencias se considera adecuado es que puede haber una similitud con los pedidos del canal Online que tiene la empresa TEXTIL, S.A. No sólo porque el simulacro se realizó con artículos provenientes del canal de Factory, sino también porque la media de referencias de los pedidos de este canal es de 2 SKUs.
- Uno de los objetivos secundarios de este proyecto es cuantificar qué mejora del rendimiento se produce en el proceso de extracción de unidades, al tener el operario las dos manos libres. Un pedido de tres prendas, que se encontrasen relativamente cerca, permite que el tiempo de desplazamientos no tenga un peso importante en el experimento ya que en estos trayectos entre ubicaciones el operario ha tardado tiempos similares en ambos experimentos.
- Como existía la posibilidad de que hubiera algún intento fallido al realizar el simulacro, un pedido pequeño permitía que si fuera necesario repetirlo no hipotecar demasiado tiempo a los operarios de la empresa TEXTIL, S.A.
- Al terminar un pedido había que volver a reubicar los artículos debido a que no había stock suficiente para cubrir dos entregas de las mismas unidades. Entonces, para interferir los menos posible en el día a día de la empresa se consideró que 3 SKU eran suficientes.

Una nueva tecnología puede tener un futuro prometedor pero sino pasa el filtro de los usuarios hasta la mejor tecnología puede convertirse en un auténtico fracaso, por ello es importante como dice la filosofía LEAN bajar al “GEMBA” para saber la opinión de los trabajadores, puesto que son ellos los que mejor saben de las actividades que se realizan en su zona de trabajo y pueden aportar la mejor opinión crítica del producto. Recogiendo su opinión conviene rediseñar los productos por dos motivos:

- Porque si lo dice el operario será por algún motivo que la gente de arriba puede no haber tenido en cuenta.
- Porque si el operario no se siente escuchado, no se involucrará en el proceso y posiblemente sea reacio al cambio. Creando una serie de conflictos que toda empresa le conviene por sus intereses evitar.

Las impresiones de la trabajadora que probó las Vuzix M100 fueron recogidas nada más terminar fueron las siguientes:

- La patilla de la gafa es demasiado pesada, notándose al cabo de un tiempo su peso, afectando a la ergonomía del que la lleve puesta.
- A causa de su peso también, al hacer algún movimiento brusco o con el tiempo la patilla se baja haciendo que haya que volver a colocársela de nuevo.
- Reconoció que el tamaño de la pantalla hace que no interfiera en la visión y que una vez que sea necesario se eche un vistazo para ver la información necesaria y seguir con el trabajo. Pero sí que aconseja que la pantalla fuera algo mayor, porque ese tamaño hacía que hubiese que esforzarse en la lectura. Algo que durante 5 minutos no se nota pero durante una jornada de trabajo es un problema a considerar.
- Si un operario usa gafas de visión, es complicado combinar ambas monturas.
- La posibilidad de tener las manos libres es valorado muy positivo por la operaria.

5.3.2 Análisis de tiempos

Lo primero que se ve es que los pedidos realizados con las Vuzix M100 llevan menos tiempo que los realizados con la pistola de RF, **los tiempos son alrededor de un 25% menores**. Gran parte de culpa de esta diferencia de tiempos, 37 segundos para la ropa colgada y 28 para la doblada, es debida a cómo está programada la URL. El picking realizado con RF se programó con ITS, puesto que era lo que mejor se adaptaba a los requerimientos de la pistola. La URL que se ejecuta en la gafa se programó con Web Dynpro. Ambos tipos de programación tienen como objetivo programar una serie de ventanas que sirvan como interfaz entre el usuario y el ERP, para mostrar la información requerida de la manera más intuitiva, y que permitan realizar el proceso de la forma más sencilla posible. Pero donde está la principal diferencia es a la hora de cómo se programó la extracción de artículos.

Los responsables de la empresa decidieron que para que la tasa de error fuera lo más pequeña posible se tendría que ir leyendo prenda por prenda, independientemente que fuera la misma referencia (talla y color). Este aumento de tiempos se asume puesto que se verá compensado con una tasa de error mínima en los envíos, cumpliendo así con los valores de fiabilidad y excelencia de la compañía. Sin embargo, la plantilla creada en la web Dynpro no contempla este hecho. Considera que los niveles de fiabilidad en cuanto a envíos con cero errores, se deberían mantener si se trabaja usando picking por voz. El tiempo en la realización del proceso

disminuirá con una única lectura del código del SKU (referencia +talla + color) a extraer y con la comunicación por voz de las unidades a extraer. Poder insertar datos al sistema por comandos de voz es una posibilidad que la gafa ofrece aportando una ventaja competitiva respecto a la tecnología de radiofrecuencia. En la figura Figura 5.15 se puede observar cómo la trabajadora únicamente lee una vez el código de barras de un artículo y procede con la extracción del resto.



Figura 5.15 Lectura código de barras

Es evidente que los errores humanos existen, y que conforme se acerca el final de la jornada laboral las posibilidades que los operarios comentan un error de conteo aumentan. Pero también conviene recordar que en el proceso de recepción de mercancía los conteos son mayores y se realizan de forma manual. En el proceso de picking de esta empresa no es habitual que sean extraídas un elevado número de prendas del mismo SKU. Pedidos de más de 25 unidades de un SKU suelen ser extraños, por lo que errores de conteo no deberían darse.

Según la empresa LRM especializada en consultoría logística, históricamente únicamente el 2% de todos los errores que se producen en el proceso de picking son debidos al conteo (LRM,2010). La Figura 5.16 muestra el porcentaje de estos errores.

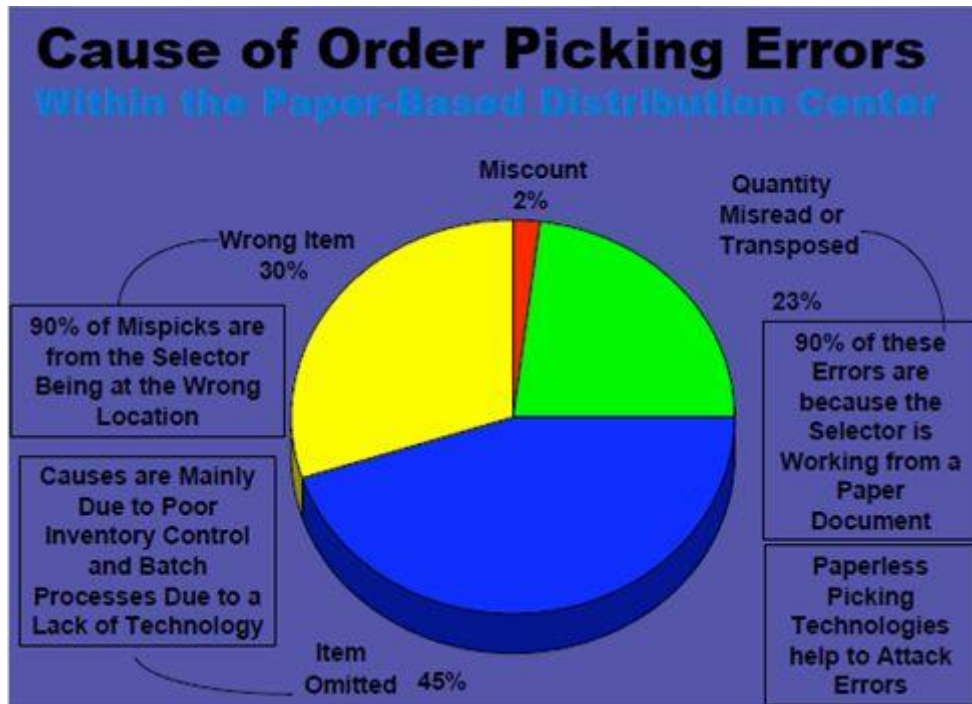


Figura 5.16 Porcentaje de errores en el picking (LRM Consultoría Logística, 2010)

Este estudio concuerda con la información aportada por el cliente acerca de la fiabilidad en el conteo de recepción. Los errores contando son bajos.

Después de ver que la realización del picking por medio de la voz es una tecnología segura, queda comentar que a partir del experimento realizado se pudo observar que con el picking realizado con la gafa se ahorra entre medio segundo y un segundo por prenda.

Partiendo de la base de que sólo se realizó un simulacro, las conclusiones no deben tomarse como definitivas. Si se analizan las siguientes figuras (ver Figura 5.17 Figura 5.18) se puede observar que el tiempo en desplazarse entre ubicaciones viene a ser el mismo para ambas tecnologías, pero lo que no dicen estos gráficos es con qué nivel de información sobre la referencia se llega en uno y en otro caso. A parte de la lectura de un solo código del SKU y de poseer las dos manos libres, el poder visualizar una foto del artículo previo a su selección hace que el proceso de extracción de referencias sea menor con las Vuzix M100.

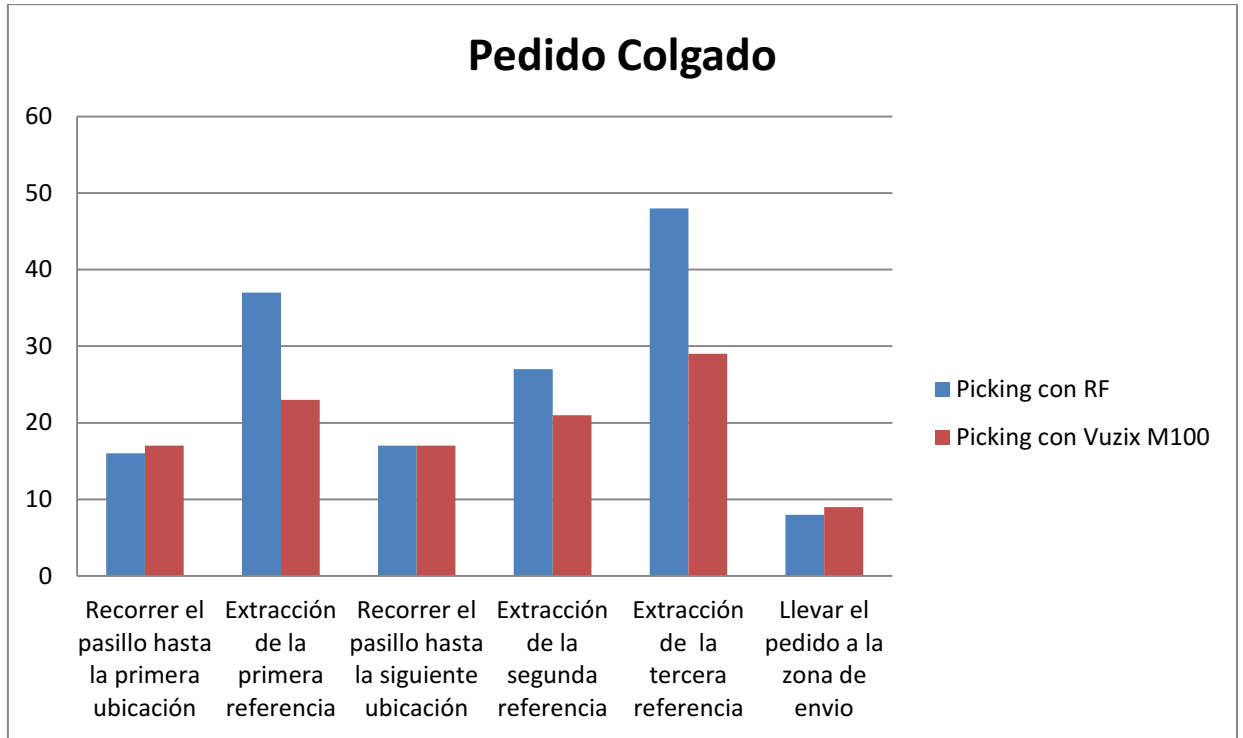


Figura 5.17 Comparativa tiempos pedido colgado

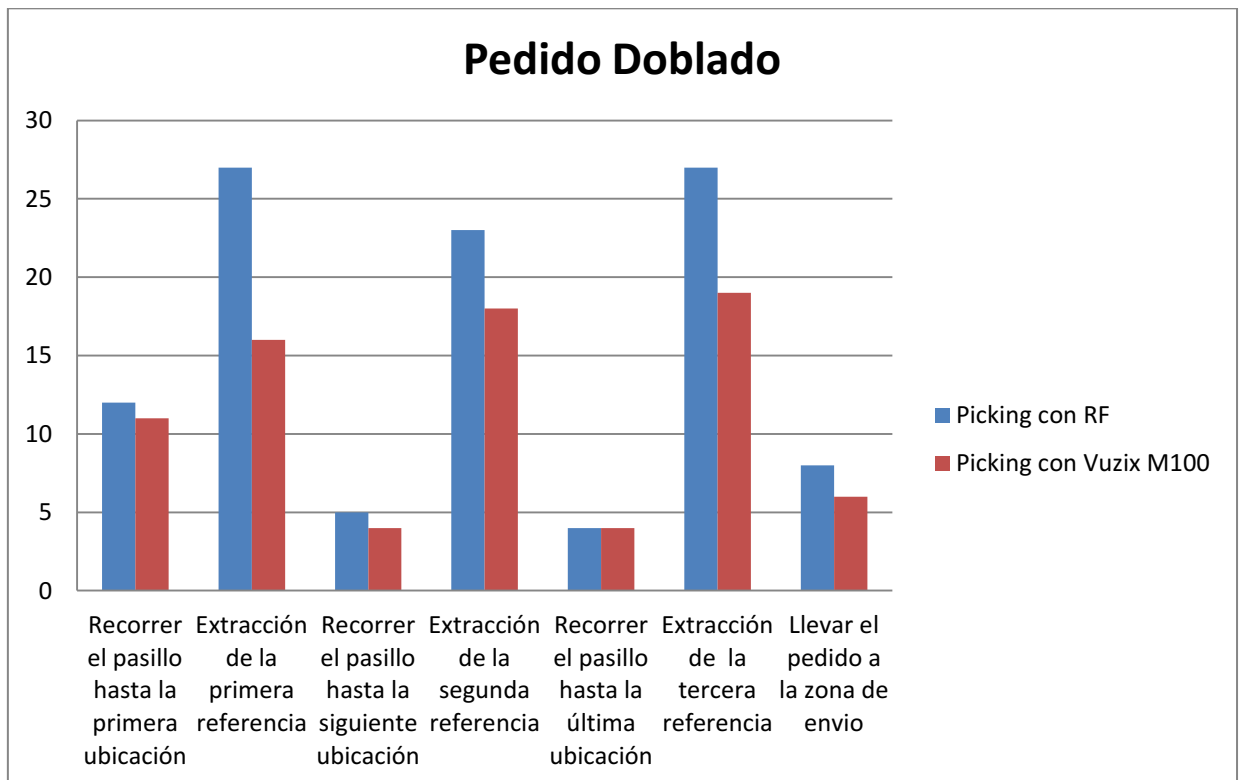


Figura 5.18 Comparativa tiempos pedido doblado

Durante la extracción de la primera prenda de colgado, donde se tuvieron que hacer dos viajes, se pudo atisbar uno de los mayores potenciales de esta tecnología: la disminución de actividades que no aportan valor al proceso o “wastes” (filosofía LEAN) como son los desplazamientos. Si se hubiera realizado un pedido de mayor volumen de unidades hubiera destacado más este punto. pero por los condicionantes anteriores no se ha dado el caso, aun así, conviene recordarlo.

También hay que destacar la ergonomía en la extracción de prendas dobladas, ya que la segunda mano sirve como apoyo para que la primera pueda trabajar más rápido. Aunque los tiempos no acompañan esta afirmación, como espectador del experimento, la velocidad y la comodidad con la que realizó la extracción del pedido, siendo la primera vez que usaba las gafas, fue algo que me llamó la atención.



Figura 5.19 Extracción picking doblado.

Capítulo 6 - CONCLUSIONES Y FUTUROS TRABAJOS

Tras el capítulo de Experimentación se termina con el desarrollo del proyecto, en este capítulo se procede a realizar un resumen de los principales puntos del proyecto, tratando de dar un enfoque a posteriori de la ideas que se han ido presentado a lo largo de los capítulos.

A continuación, a partir del conocimiento adquirido gracias a la realización de este proyecto, se mostrará futuros trabajos, relacionados con la mejora de este proyecto y con nuevos campos donde esta tecnología tan innovadora como son las gafas inteligentes puede aportar una ventaja competitiva.

6.1 Conclusiones

6.1.1 Acerca de la consecución de los objetivos

En el capítulo de introducción se comenta que el objetivo principal de este proyecto es conseguir **hacer un prototipo de implementación de la tecnología *Smart Glasses* en el almacén de la empresa TEXTIL, S.A y explorar las posibilidades que ofrece la tecnología en el proceso de picking.**

A pesar de que la solución entregada al cliente ha sido un prototipo, el *feedback* obtenido ha sido bueno, ya que el cliente ha podido comprobar por sí mismo el potencial de esta tecnología y siendo consciente de que los puntos débiles detectados se irán corrigiendo a media que la tecnología avance. Uno de estos puntos es la ergonomía operario-gafas, su opinión es que a día de hoy un operario no puede aguantar una jornada completa con ellas sin terminar mareado o con la vista cansada.

Otro objetivo que se propuso fue que con la incorporación de esta tecnología en los procesos que se realizan en el almacén, **la eficiencia de éstos mejorase.** Tres procesos fueron

candidatos a que se usase la tecnología en ellos: recepción, ubicación y picking. Según el responsable de logística el proceso que más recursos consumía era el picking por lo que se consideró adecuado adaptar la solución para que ayudase a mejorar la productividad de este proceso.

Tras la realización del simulacro del proceso de picking de un pedido ficticio con la tecnología actual (pistolas de radiofrecuencia) y con la gafas inteligentes Vuzix M100 se obtuvo que con la segunda tecnología los tiempos obtenidos fueron un **25% menores**. Como bien se comenta en el capítulo de experimentación, estos tiempos provienen de un prototipo en el que todas sus funcionalidades no han sido desarrolladas por lo que los datos no deben tomarse como definitivos pero si deben servir como orientación para atisbar el potencial de esta tecnología.

Otro objetivo hablaba de mejorar la **ergonomía de los trabajadores**. Es cierto que las impresiones recogidas acerca de la comodidad este dispositivo no son muy alentadoras, pero también hay que decir que se usó el primer prototipo, y que los futuros iban a ser más ligeros y con mayor funcionalidad.

Está bien conocer la opinión que tienen los trabajadores acerca del dispositivo, pero donde se quería llegar era a conocer como este dispositivo mejora la ergonomía del proceso. Ya que con la tecnología de las *Smart Glasses* el operario pasa de tener las dos manos ocupadas a disponer de **las dos manos libres**. Este hecho mejora considerablemente la ergonomía. De hecho para conocer de primera mano cómo afectaría a los trabajadores disponer de las manos libres en la realización de las tareas diarias, se realizó una encuesta. Los resultados obtenidos fueron que un 75% de los operarios consideran que su productividad mejoraría considerablemente si utilizan una tecnología *Hands-free*. Se pueden encontrar todos los resultados de esta encuesta en los anexos. En el capítulo 3 también se realiza un análisis de los principales puntos.

Otros de los objetivos propuestos es la **reducción tanto del número de errores como del número de accidentes**. Al realizar únicamente un simulacro no se tienen evidencias para comentar su grado de consecución, aunque es verdad que el disponer de las dos manos libres ayuda aumentar la seguridad y un trabajador que trabaja cómodamente es menos propenso a cometer errores porque está centrado en la tarea a realizar. Además si añadimos que la pantalla de las Vuzix M100 no interfieren en la visión del operario, todo nos hace pensar que cuando esta tecnología se implante, los *KPIs* encargados en medir el número de accidentes y el número de errores disminuirán.

En un blog de internet (Burnham, 2014), se encontró un artículo sobre el *Smart Pick* o picking realizado con las gafas inteligentes. Este artículo recoge las impresiones de Dirk Matheussen, un ingeniero belga que trabaja implantando *Smart Glasses*. Matheussen dice que hay algunas panadería holandesas que usan esta tecnología y que se han **reducido en un 60% los errores**.

En cuanto a la restricción que más ha condicionado el proyecto ha sido la de no poseer manuales de referencia debido a ser una tecnología en desarrollo. El poder a llegar a dominar

las Vuzix M100, conocer todas sus funcionalidades y sus comandos ha requerido un tiempo de investigación considerable durante los primeros meses

6.1.2 Acerca del proceso picking almacén textil

En este proyecto también se han podido aplicar conocimientos logísticos. Para poder desarrollar una solución que pudiera llevarse a cabo dentro de los almacenes de la empresa TEXTIL, S.A, había que conocer primero cómo operaba y con qué tecnología trabajaba TEXTIL, S.A. Antes de realizar la primera visita a las instalaciones de la empresa TEXTIL, S.A hubo un periodo de formación en SAP Warehouse Management, los tipos de picking que existían en el mercado (RFID, Picking por Voz, Picking por luz...) y cuales tenían implantados sus principales competidores del sector textil.

A parte de conocer el funcionamiento de los procesos internos y cómo está dispuesto el layout del almacén la visita sirvió para percatarse del alto nivel de rotación de inventario que hay en el sector textil. Las temporadas cada vez son más cortas y esto hace que **los operarios no lleguen a memorizar donde se ubican las referencias**, por este motivo es interesante que la solución aportase junto con la información del pedido (descripción, ubicación y cantidad) una foto para que ayude a encontrar antes la referencia. El *Smart Pick* está pensado para usarse en almacenes donde la **tasa de rotación es muy alta**, y donde los pedidos suelen estar formados por muchas referencias, lo que hace que se requiera mirar muchas veces a una pantalla y escanear numerosos códigos de barras.

También hay que comentar que la empresa TEXTIL, S.A tiene una tasa de más de un 90% de entregas en tiempo, por lo que si no tienen pensado crecer en un corto/medio plazo, su tecnología actual es totalmente operativa. Es cierto que con la tecnología ITS permite una programación muy básica de elementos simples, pero es que los dispositivos de radiofrecuencia Motorola MC3190R no soportan mucho más. Además que muchas veces cuanto más simple es un proceso más eficiente es.

Por lo que la conclusión sacada es que **durante un par de años no sería interesante implementar las *Smart Glasses* en la empresa TEXTIL, S.A.** Por los siguientes motivos:

- La inversión que se realizó para integrar el ITS en los dispositivos de radiofrecuencia y sincronizarlos con SAP fue hace menos de dos, por lo que aún se encuentra amortizando dicha inversión.
- La cuota de mercado con la que trabajan les permite tener una cierta holgura a la hora de la recepción y envío de pedidos, haciendo que de momento no sea del todo necesario buscar una tecnología que mejore la productividad de sus procesos.

- Durante este periodo de espera se aprovecharía a que la tecnología de las *Smart Glasses* madurase lo suficiente y sus precios fueran más asequibles, para que el *Smart Pick* sea considerado una alternativa más por las empresas.

6.1.3 Acerca de las Vuzix M100

Después de trabajar con las Vuzix M100, se puede afirmar que la tecnología *wearable* es el futuro. Ya no sólo porque va a ser utilizada por los usuarios como un dispositivo más, sino por el amplio nicho de mercado que tiene como herramienta de soporte en ámbitos tecnológicos.

Es conocido por todos el fiasco del proyecto Google Glass, pero eso no quiere decir que el resto de *Smart Glasses* les vaya a ocurrir algo parecido. El problema que tuvo Google es que pensaba que a los usuarios de a pie les facilitaría la vida tener todas las funcionalidades de un smartphone en un dispositivo que se podía manejar sin requerir del uso de las manos, pero cuando el proyecto salió a la luz se encontró con muchas barreras legales, muchos establecimientos prohibieron su uso debido a políticas de privacidad, y barreras funcionales, muchas aplicaciones faltaban por desarrollarse.

La idea no estaba mal enfocada, ahí había un nicho, pero las *Smart Glasses* no iban a cubrirlo sino los *Smart Watches*, que son dispositivos que realizan las mismas funciones pero menos aparatosos.

Donde tuvo más acogida las gafas inteligentes y en concreto las Vuzix M100, fue en **el sector industrial**, ya que el hecho de disponer las manos libres aporta las siguientes ventajas:

- Mejora de la productividad
- Aumentó de la seguridad
- Mejor ergonomía

Ya se ha comentado que la tecnología de las gafas inteligentes se encuentra en sus inicios, y que sus modelos tienen que mejorar sus características, tanto de estructura como de software. Durante la realización del proyecto se vivió una actualización del software de las Vuzix M100. Aparecieron nuevas aplicaciones como el GPS y nuevas funcionalidades como nuevos comandos de voz que permitían dar nuevas instrucciones como dictar números en ciertas aplicaciones como la calculadora o la agenda, o un teclado extensible para cuando se requiriese (anteriormente había que sincronizar las Vuzix con un móvil y escribir desde él). Además, la nueva actualización hace que la duración de la batería propia de la gafa sea mayor gracias a una mejor optimización de los recursos. Con esta actualización se abren las puertas de nuevas soluciones que darán pie a que las empresas se interesen aún más por la integración de las gafas inteligentes en sus procesos.

En el mercado también se encuentran las gafas de realidad virtual y las gafas de realidad aumentada, que junto con las *Smart Glasses* están llamadas a ser la tecnología emergente de los próximos años.

6.1.4 Acerca de la Web Dynpro

Para desarrollar la solución se ha utilizado la tecnología web Dynpro. Esta tecnología fue elegida por su facilidad de programación ya que no requiere excesivos conocimientos de programación.

Basándose en la arquitectura MVC (Modelo-Vista-Controlador) se consigue una gran **flexibilidad de programación**, ya que cada vista de programación es independiente. El código está claramente separado la parte de diseño de interfaz de la parte de lógica de la aplicación. En el punto 2.5.5 del presente documento se encuentra más desglosado cómo funciona esta tecnología.

Resumiendo, la web Dynpro está formada por una serie de ventanas que muestran la información necesaria para que un operario de la empresa TEXTIL, S.A pueda realizar el proceso de picking. Estas ventanas han sido previamente **programadas en ABAP** que es el lenguaje de programación propio de SAP. La programación de estas ventanas y la relación entre ellas es fácil de desarrollar, sin embargo durante la creación de la solución se pudo observar que tanto el tamaño de las vistas como el ancho de los elementos está prefijado a un valor y que según el dispositivo donde se quiera visualizar estos valores son adecuados o no. Para solucionar este problema es necesario modificar el css (hoja de estilos en cascada) pero requiere poseer unos conocimientos de HTML5, que el alumno no poseía.

Una de las ventajas de la web Dynpro es que se accede a ella a través de una URL, por lo que se puede considerar que aplicación es de desarrollo **multiplataforma** porque se puede visualizar en cualquier dispositivo que tenga un navegador que soporte los requerimientos que exige la web.

Otra ventaja está relacionada con donde se extrae la información de los pedidos. Cada pedido se encontraba en **tablas Z de SAP**, por ello se buscó una solución que no generase problemas de sincronización con este ERP. Web Dynpro al ser una tecnología de SAP aportaba muchas facilidades a la hora de seleccionar de las tablas de pedidos los datos necesarios para que se pudiera completar el picking de un pedido.

6.1.5 Acerca del análisis, diseño y alternativas

Conocer el proceso de picking actual realizado en la empresa TEXTIL, S.A sirvió para determinar las debilidades de la tecnología de radiofrecuencia y cuales podían ser solventadas con la implementación de las *Smart Glasses* dentro del negocio.

A parte de la mejora de maniobrabilidad a la hora de extraer las prendas de sus ubicaciones, el tener las dos manos libres hace que los operarios puedan cargar con más prendas **disminuyendo con ello el número de desplazamientos**, uno de los desperdicios más habituales que aparecen dentro de un almacén. En el proceso de picking más de un 70% del tiempo se empleaba en desplazamientos, algo muy a tener en cuenta de cara a un futuro.

Para mejorar la eficiencia del proceso hay que disminuir el número de desplazamientos. Como el layout del almacén no se va a cambiar, los desplazamientos largos van a ser habituales. Por restricción del sistema de gestión de almacenes no se agrupan los pedidos, esta idea ayudaría a disminuir los trayectos. Por lo que en el diseño de la solución se quiso que el operario hiciera algo productivo durante los desplazamientos por el almacén. Añadiendo un botón que contiene la foto de un artículo y otro que muestra información adicional sobre él dentro de la ficha de un pedido, el operario en el trayecto entre ubicaciones puede **aprovechar para conocer más detalles sobre la siguiente referencia** a extraer sin poner en peligro su seguridad, ya que las Vuzix M100 no interfieren en la visión. Además, al conocer mejor la prenda el tiempo en identificarla será menor, disminuyendo con ello el tiempo del proceso.

Siguiendo con el análisis del proceso de picking, en el proyecto también se comenta que la orden de trabajo que se utiliza aporta información que no es relevante para que el operario realice el proceso de picking. La Figura 2.5 muestra lo que ve el operario en la actualidad, de todos esos campos en el diseño de la nueva interfaz se seleccionan tres, trasladando al resto a una ventana secundaria:

- Descripción
- Ubicación
- Cantidad

En conclusión, en el diseño de la solución se tuvo en cuenta lo siguiente:

- Aplicación sencilla e intuitiva.
- El número de botones en las ventanas fuera el menor posible.
- Que el funcionamiento fuera similar al anterior.
- Que se pudiera sacar el máximo partido al disponer de las dos manos libres.

Para llevar a la práctica este diseño se barajaron dos alternativas: Aplicación Android que se conectará con SAP a partir de archivos JSON, o trabajar desde dentro de SAP usando la tecnología predecesora del ITS, llamada web Dynpro.



La aplicación en Android permitía una **mayor calidad de programación** pero tiene el inconveniente que cada vez que se realiza un pedido hay que darlo de alta en el sistema de SAP. Según el volumen de datos con los que se trabaje el sistema puede tardar más o menos, existiendo la posibilidad de que hubiera fallos de subida y que se perdieran los pedidos realizados.

Por lo que se optó por la web Dynpro, que proporcionaba una solución **sencilla y fácil de aplicar** que además mantenía el valor de las tablas de los pedidos totalmente actualizado.

También conviene conocer que para poder desarrollar la aplicación web Dynpro, es necesario poseer un **usuario SAP con licencia de desarrollador**. El precio de esta licencia ronda los 6000 €. Como everis es uno de los principales *partners* de SAP, puede solicitar estos usuarios a un precio mucho menor, pero para cualquier otra empresa este precio sería una restricción que le impediría desarrollar la solución usando esta alternativa.

El proceso de picking es muy monótono por eso interesaba desarrollar una solución que al operario le resultase fácil de utilizar y que no le requiriese un periodo de aprendizaje. Sin embargo, si se quisiera integrar esta tecnología en otro eslabón de la cadena de suministro, en el que haya varios posibles escenarios como por ejemplo en el departamento de control de calidad, consideró más óptimo desarrollar una aplicación móvil usando **Android, HTML5 o SAP FIORI** que son herramientas más adecuadas para la problemática a la que se enfrenta.

6.1.6 Acerca de la implementación

Durante el periodo de implementación se pudo observar cómo el mundo de la programación está cada vez más globalizado. Es muy habitual reutilizar código libre que está publicado en foros o en blogs de programadores. A partir de ese código con pequeñas modificaciones se crean funciones o métodos que se adaptan a nuestros requerimientos. SAP posee un foro llamado **“SAP Community Network”** (SCN SAP, s.f.), donde programadores de todo el mundo se resuelven dudas y comparten código. Este foro ha sido muy frecuentado durante todo el proyecto.

Ya se ha comentado que para desarrollar una web Dynpro fue necesario poseer un usuario SAP con licencia de desarrollador. El acceso al servidor SAP se hizo a través de *Microsoft Azure Virtual Machine*. El motivo de haberlo realizado de esta manera fue que la URL generada al crear la web Dynpro se podía visualizar desde cualquier dispositivo siempre y cuando la máquina virtual estuviese encendida. Esta solución puede parecer a primera vista ineficiente, sin embargo ya hay numerosas empresas que trabajan subcontratando servicios que están en la nube. Si este proyecto quisiese ser integrado en un cliente, se exportaría la aplicación y se instalaría en sus servidores así no tendría que depender del estado en que se encuentre la máquina virtual.

Con respecto a la programación en ABAP (lenguaje de programación de SAP), hay que comentar es bastante intuitivo, y que si se ha programado en otros lenguajes como C no es necesario un periodo de formación en este nuevo lenguaje. El único problema detectado relacionado con la programación de la web es el comentado anteriormente, y es que en el desarrollo de la web Dynpro no se puede modificar el tamaño de algunos elementos. Este hecho suele aparecer en los entornos que permiten la programación “Drag & Drop”, que es un tipo de programación enfocada al diseño de la interfaz, ya que el código interno se genera automáticamente con unos valores por defecto. Para modificar estos valores se requiere haber trabajado con HTML5 para saber editar .CSS.

Para integración se la aplicación web Dynpro se utilizó una aplicación Android que te llevaba a la URL que se generaba. Las aplicaciones Android se transforman en formato .apk y utilizando el “Gestor de Archivos del Sistema Vuzix M100” se instalan en la gafa. La instalación es un proceso sencillo pero es de obligatorio cumplimiento poseer ese explorador de archivos. Esta restricción genera demasiados inconvenientes por lo que Vuzix debería plantearse que esta sincronización ordenador-gafa se pudiera hacer a partir de **exploradores de archivo de software libre**.

Y por último también es interesante comentar la importancia que ha tenido los *User Agent*. Cuando se fue a probar la aplicación desde un dispositivo móvil no se pudo acceder a ella porque el explorador de este dispositivo no soportaba los requerimientos para visualizar la web. Se sabía que Internet Explorer y Firefox soportaban estos requerimientos desde un ordenador pero si se abrían desde un dispositivo móvil daba el mismo error. Por lo que se tuvo que buscar un navegador que se pudiera modificar su agente usuario para que se hiciera pasar por uno de estos navegadores en modo ordenador. Al final se encontró el buscador *Dolphin* que en modo escritorio su agente usuario era como el de Firefox.

Para solucionar este tema se empleó demasiado tiempo porque no se encontraron los requerimientos que eran necesarios para visualizar una web Dynpro. Por lo que es aconsejable para futuros investigadores que tengan en cuenta este hecho para evitar una situación que apareció al final del proyecto y pudo suponer su cancelación.

6.1.7 Acerca del experimento

Durante la experimentación se realizó el picking de un pedido ficticio considerando que todas las funcionalidades del diseño del prototipo estuvieran operativas. Las funcionalidades que en el prototipo no están operativas son: Escáner de códigos de barras y los comandos de voz para indicar las cantidades a extraer.

Una de las finalidades de este simulacro era medir los tiempos que consumía esta nueva tecnología y compararlos con la actual. Además también se analizan estos tiempos en busca de

las causas que hacen que los pedidos realizados con las Vuzix M100 sean un **25% menores** que los realizados con los dispositivos de radiofrecuencia. Las principales causas son:

- Menor número de viajes al poder extraer más prendas.
- Una única lectura por código de barras y el resto comunicarlo por comandos de voz.

La otra finalidad es que el experimento sirvió para **acercar esta tecnología a los operarios** puesto que van a ser ellos los que la vayan a utilizar, recoger sus impresiones, tanto positivas como negativas, y tenerlas en cuenta para mejorar el prototipo.

Los puntos débiles que más se repitieron por parte de los operarios fueron:

- La pantalla es demasiado pequeña, por lo que cuesta trabajo enfocar.
- El peso de la gafa es excesivo, siendo molesto cuando se lleva un tiempo determinado.
- Además relacionado con el peso, si la patilla de plástico de la gafa está deformada, se produce un vaivén que hace que la gafa se acabe descolocando.
- Los botones de avanzar/retroceder se encuentra demasiado cerca, siendo algo habitual confundirse y pulsar el que no es.

Pero no todas las impresiones recogidas fueron negativas, también se reconocieron los siguientes puntos:

- La gafa no interfiere en la visión, por lo que se puede trabajar con normalidad y visualizar la información que muestra la gafa sin perder la atención en la tarea que se está realizando.
- Disponer de las manos libres aumenta la productividad, ergonomía y la seguridad.
- El poder escanear con la mirada e indicar a través de comandos de voz agilizará muchos los procesos donde se utilice esta filosofía de trabajo.

Resumiendo este simulacro ha servido para causar una buena impresión al cliente sobre esta nueva tecnología. En sus propias instalaciones ha podido observar el campo de mejora que aporta en los procesos logísticos esta nueva forma de trabajar, considerándole un posible cliente potencial en cuanto la tecnología y el proyecto mejore sus puntos débiles.

6.1.8 Conclusiones personales

Este apartado va a recoger las impresiones del alumno sobre el proyecto intentando mostrar que lo que le ha aportado como estudiante, trabajador y persona.

Lo primero comentar la suerte que se ha tenido pudiendo formar parte de estos proyectos de innovación que ofrecía everis. Ha sido una gran oportunidad, ya que gracias a este proyecto:

- Se ha podido trabajar con profesionales del mundo de la consultoría y aprender mucho de ellos. Desde los compañeros de beca, pasando por tutores y socios.
- El proyecto también ha permitido entrar en contacto con una tecnología innovadora como son las gafas inteligentes Vuzix M100. A día de hoy no son muchas las personas que han tenido esta suerte.
- Al pertenecer al departamento de SES (SAP Enterprise Solutions), se ha podido observar la cantidad de soluciones que ofrece este ERP, conocer las tecnologías punteras que triunfarán en los próximos años como SAP HANA y poder recibir formación de cursos sobre SAP Mobile y utilizar usuario de desarrollador para la realización del proyecto.

El enfrentarse a un proyecto de innovación también ha aportado bastante al autor como por ejemplo:

- Se ha realizado un proyecto poco común, ya que no tenía prefijado unos hitos sino que éstos se han imponiendo y alcanzando sobre la marcha. Es cierto que se partía de una serie de restricciones como por ejemplo el cliente donde se quería implantar o el modelo de gafas a utilizar, pero lo demás fue vía libre, y como proyecto de innovación se dejó al autor que investigase para proponer la mejor solución posible alcanzable.
- El ser un proyecto de innovación hace que haya muy poca información de proyectos similares. Por lo que tocó dedicar numerosas horas a la investigación. Además en este periodo de investigación también se utilizó para aprender a programar en nuevos lenguajes como Android, que no había sido cursado durante los estudios en la universidad.
- Como el proyecto tenía una parte logística, había que aplicar conocimientos logísticos sobre teorías de gestión de almacenes. Además, se tenía que implantar la solución en un almacén del sector textil, por lo que se investigó sobre las tecnologías utilizadas por los principales competidores del sector para conocer las alternativas que había en el mercado y qué ventajas aportaban cada una.

El poder trabajar con un cliente real, ha aportado muchísimo valor al proyecto y al estudiante. Por lo que también me gustaría agradecer a la empresa TEXTIL, S.A que ha aportado:

- Usar sus instalaciones como lugar de trabajo. Nos han enseñado cómo funcionan todos los procesos del almacén y la tecnología que utilizan cada uno, sin poner ningún inconveniente en analizarlos. Además de realizar un pedido ficticio usando a un operario experimentado en el proceso de picking.
- Poder asistir a reuniones para fijar los puntos del proyecto y cerrar el proyecto. En estas reuniones han asistido socios de Everis y han servido al estudiante a conocer cómo se interactúa con el cliente en el mundo de la consultoría.
- En cuanto a la tecnología utilizada han puesto a la disposición del proyecto a su equipo de ingenieros de sistemas para resolver las dudas que iban apareciendo. También nos

mostraron cómo se realizó el proyecto de integración del ITS en sus dispositivos de radiofrecuencia Motorola MC 3190R para aprovechar sinergias que sirvieran en el proyecto de las Vuzix M100.

- Por último poder pasar cuestionarios a los operarios de almacén e interactuar con ellos ha servido para recoger impresiones de primera mano de lo que falla en la actualidad, de los puntos a mejorar, y de qué recibimiento tendría la tecnología de las gafas inteligentes si se tuviera que implementar en sus instalaciones.

Esta beca proyecto ha sido muy formativa para el autor por lo comentado anteriormente y porque le ha servido como inserción al mercado laboral y sobre todo al mundo de la consultoría donde quiere empezar su carrera laboral. Este proyecto ha requerido una dosis de sacrificio, de cumplir fechas, de enfrentarse a nuevos problemas y solucionarlos si están en su mano y si no, saber dónde buscar información (blogs, foros...), o preguntando a otros trabajadores de la empresa. Esta continua interacción con personas ha servido para potenciar habilidades sociales algo fundamental en el mundo laboral donde el buen trabajo en equipo es primordial para el éxito de los proyectos.

6.2 Futuros trabajos

Para terminar se va a comentar qué futuros trabajos quedarían por realizar en el prototipo desarrollado para que se pudiera implementar en los almacenes de algún cliente. Además se hablará de cómo se puede usar esta tecnología en otros campos y como ayudaría este proyecto a realizar proyectos similares.

- a) Insertar en el escáner móvil: es necesario que la gafa tenga su escáner como un input de teclado al igual que lo tienen los dispositivos de radiofrecuencia. Dentro de la web Dynpro cuando se accede a un *Input Field* salta la aplicación del teclado de la gafa también tendría que saltar el escáner en aquellas casillas que se requiera.
- b) Hacer operativos los comandos de voz: con el nuevo software ya es posible contralar más aplicaciones por medio de la voz. Habrá que importar de alguna manera esa librería que reconoce los comandos de voz dentro del código ABAP. La manera de programar será parecida a hacer la llamada al escáner de la gafa. Estos comandos de voz servirían para acceder a los botones de la aplicación y para indicar cuantas unidades se extraen de las ubicaciones. Como todavía falta que se desarrollen comandos de voz, habría que asignar a cada botón un número o un carácter para que cuando se nombrase entrase a ese botón. Y para que esos números no se mezclaran con las unidades a extraer se podría dar la siguiente orden cuando se estuviera encima del *Input Field* cantidad "Pick+ X+ units".

- c) Modificar el CSS de la web Dynpro para ajustar los parámetros de la pantalla y cambiar el tamaño de los elementos para que sea más fácil su lectura.
- d) Hacer extensible este prototipo para los procesos de ubicación y recepción que también utilizaban el dispositivo de radiofrecuencia y así conseguir ser independiente de esta tecnología para pasar a ser dependiente de las *Smart Glasses*.
- e) Utilizar la aplicación GPS para que la aplicación indicase cómo llegar a la ubicación. Como el GPS funciona mal dentro de interiores se podría trabajar con *Beacons*, que son unos dispositivos que mandan su ubicación por medio de señales en la onda corta usando la tecnología Bluetooth. Estos dispositivos se colocarían en las ubicaciones y se activarían cuando fueran requeridos. La gafa como posee Bluetooth integrado recibiría esas ondas e indicaría al operario por donde tendría que ir.

En cuanto a qué campos podrían estar interesados en la tecnología de las gafas inteligentes y en este proyecto diría:

- Cualquier empresa que quiera mejorar el rendimiento de los procesos que se llevan dentro del almacén.
- Hacer extensible este proyecto en otros eslabones de la cadena de suministro, como por ejemplo en el control de calidad que realizan los clientes y proveedores cuando reciben o envían prendas.
- Realizar un proyecto similar desde unas gafas de realidad aumentada.
- Aplicar esta tecnología en sectores industriales donde se requiera el mantenimiento de instalaciones. La aplicación le indicaría al operario que equipo debe revisar, su localización, parámetros a medir, valores por defecto, leer códigos de barra, tomar fotos o videos del equipo a revisar, introducir valores por comandos de voz... Estas actividades en ciertos sectores requieren de un nivel de seguridad que usando las gafas y disponiendo las dos manos libre se alcanzarían. Por ejemplo mantenimiento de instalaciones eléctricas.
- También se puede aplicar esta tecnología en el mundo de la medicina. Poder grabar operaciones y compartirla con expertos de todo el mundo u obtener información en medio de un operatorio, son algunas de las ventajas que aportaría su uso.

Referencias

Amaro, J. E., 2012. *Android: Programación de dispositivos móviles a través de ejemplos*. Barcelona: MARCOMBO, S.A.

Ballou, R. H., 2004. *Logística Administración de la cadena de suministro*. 5ª ed. México: Pearson Educación.

Braaten, J., 2014. *Glass Almanac*. [En línea] Available at: <http://glassalmanac.com/google-glass-privacy-interest-price-loom-as-barriers-to-sales-study/5182/> [Último acceso: 8 10 2015].

Burnham, T., 2014. *Postcapes*. [En línea] Available at: <http://postscapes.com/smart-glasses-for-warehouses-smartpick> [Último acceso: 8 10 2015].

Christopher, M., 2005. *Logistics and Supply Chain Management Third Edition*. Great Britain: Prentice Hall Financial Times.

Çiçek, M., 2015. WEARABLE TECHNOLOGIES AND ITS FUTURE APPLICATIONS. *International Journal of Electrical, Electronics and Data Communication*, Abril, pp. 45-49.

Garcia, A. & Tapia, S., 2014. *Programación en Android*. s.l.:División de Informática Industrial, ETSI Industriales - UPM.

Help SAP, s.f. *Help Portal SAP*. [En línea] Available at: https://help.sap.com/saphelp_46c/helpdata/es/c6/f8386f4afa11d182b90000e829fbfe/content.htm?current_toc=/es/c6/f85c504afa11d182b90000e829fbfe/plain.htm&show_children=true [Último acceso: 8 10 2015].

Hernandez, J. A., 1999. *Sap R/3 Administrator's Handbook*. s.l.:McGraw-Hill Professional.

Laudon, K. C. & Laudon, J. P., 2012. *Sistemas de Información Gerencial*. 12ª ed. Naucalpan de Juárez, México: Pearson Educación de México. .

Logiscenter, s.f. *Motorola specification sheet*. [En línea] Available at: http://www.logiscenter.com/media/pdf/motorola_symc3000.pdf [Último acceso: 8 10 2015].

LRM Consultoría Logística, 2010. [En línea] Available at: <http://www.lrmconsultorialogistica.es/blog/feed/9-articulos/115-distribucion-porcentajes-errores-picking.html> [Último acceso: 8 10 2015].



- Mann, S. y otros, 2014. *An Introduction to the 3rd Workshop on Egocentric (First-person) Vision*. Columbus, OH, USA, IEEE, pp. 827-832.
- Mauleón, M., 2003. *Sistemas de almacenaje y picking*. Madrid: Díaz de Santos, S.A..
- Méndez, M. A., 2014. *Gizmodo en español*. [En línea] Available at: <http://es.gizmodo.com/la-gran-mayoria-de-usuarios-no-pagaria-mas-de-400-por-1571767950> [Último acceso: 8 10 2015].
- Pavón, J., 2008. *Programación Orientada a Objetos*. s.l.:Departamento Ingeniería del Software e Inteligencia Artificial. Universidad Complutense de Madrid.
- Perez, R., 2014. *Wearable Tech*. [En línea] Available at: <http://wearabletech.es/la-historia-de-google-glass-feliz-cumpleanos/> [Último acceso: 8 10 2015].
- Roux, M., 2005. *Manual de Logística para la Gestión de Almacenes*. Barcelona: Gestión 2000, SA.
- SAPWMMOBILE, s.f. *sapwmmobile*. [En línea] Available at: <http://www.sapwmmobile.com/> [Último acceso: 8 10 2015].
- SCN SAP, s.f. *SAP Community Network*. [En línea] Available at: http://scn.sap.com/welcome?original_fqdn=www.scn.sap.com [Último acceso: 8 10 2015].
- Srinivas, S., 2013. *JavaScript and JSON Essentials*. s.l.:Packt Publishing Ltd.
- Starner, T., 2013. Project Glass: An Extension of the Self. *Pervasive Computing, IEEE*, 12(2), pp. 14-16.
- The Wall Street Journal, 2015. Google Glass Gets a New Direction. 15 Enero.
- Urzelai, A., 2006. *Manual Básico de Logística Integral*. Madrid: Diaz de Santos, S. A..
- Vico, A. J., 2011. *La columna 80*. [En línea] Available at: <https://columna80.wordpress.com/2011/02/17/arquitectura-de-android/> [Último acceso: 8 10 2015].
- Vuzix, 2014. *Vuzix M100*. [En línea] Available at: http://www.vuzix.com/consumer/products_m100/ [Último acceso: 8 10 2015].

ANEXO 1 Encuesta operarios

Esta encuesta es totalmente anónima y sirve como orientación para el desarrollo de un proyecto fin de carrera. Se agradece la participación.

1 Ordena de menor a mayor los siguientes procesos según el tiempo que lleve realizar cada uno (1 la que menos tiempo consume, 5 la que más).

Descarga de la mercancía

Conteo de la mercancía

Ubicación de los artículos

Picking

Preparación de los envíos

PROCESO PICKING

2 Del 1 al 5 como valora la eficiencia de dicho proceso. 1 nota más baja. 5 más alta.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

3 ¿Cuál es su nivel de comodidad realizando dicho proceso? (1 incómodo ,5 muy cómodo)

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

4 Si pudiera realizar el proceso de picking sin la necesidad de llevar consigo el dispositivo MC3190R, disponiendo de las dos manos libres para realizar los requerimientos del pedido. ¿Cuánto cree que aumentaría su rendimiento con respecto a la forma de trabajar actual? (1 nada, 5 mucho)

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

5 Ordena de menor a mayor las siguientes fases del proceso de picking según el tiempo que lleve realizar cada una (1 la que menos tiempo consume, 5 la que más).

Preparación y recepción de la orden

Recorrido hasta las estanterías

Extracción de artículos, tanto de percha o de caja.

Desplazamiento entre artículos

☐

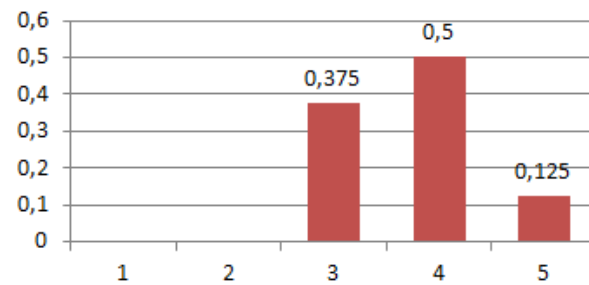
Recorrido desde la última prenda hasta donde se guardan los pedidos terminados.

☐

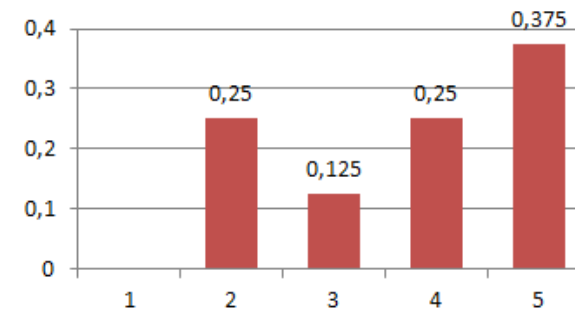
- 6 En su opinión como mejoraría el proceso de picking (qué ineficiencias detecta y cómo las corregiría, y que propondría):**

Pregunta 0

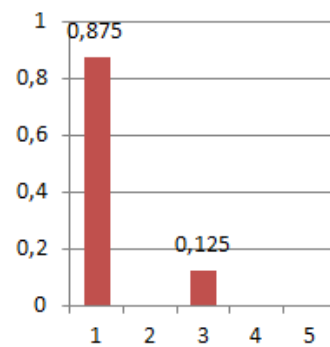
Descarga



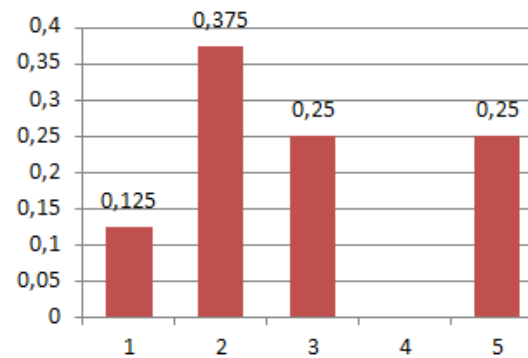
Conteo



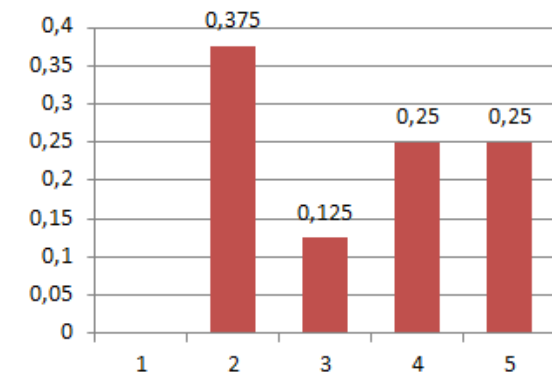
Ubicación



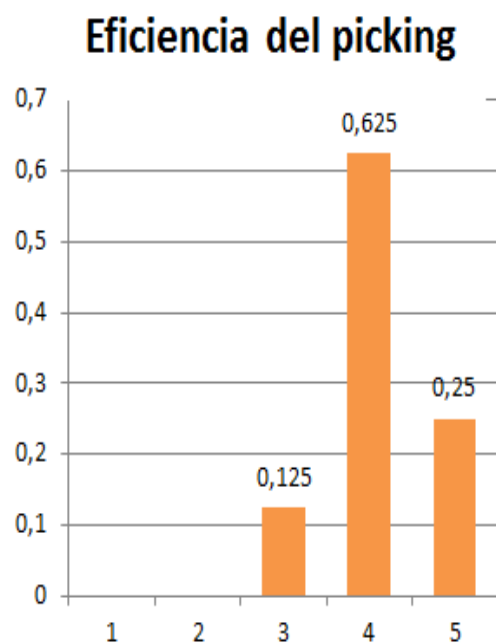
Picking



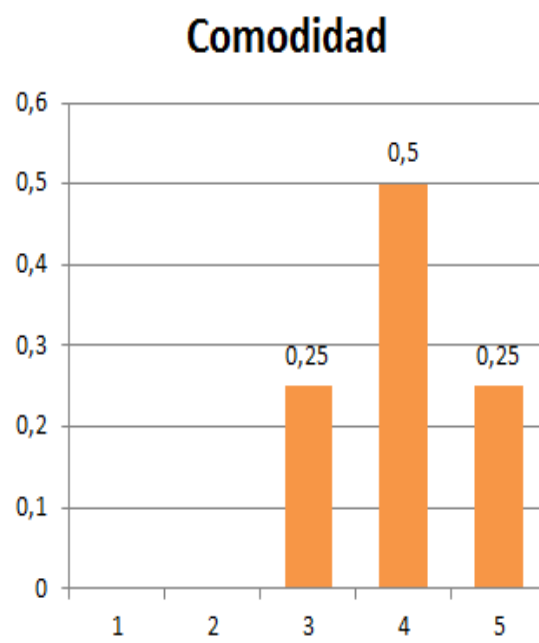
Preparación del pedido



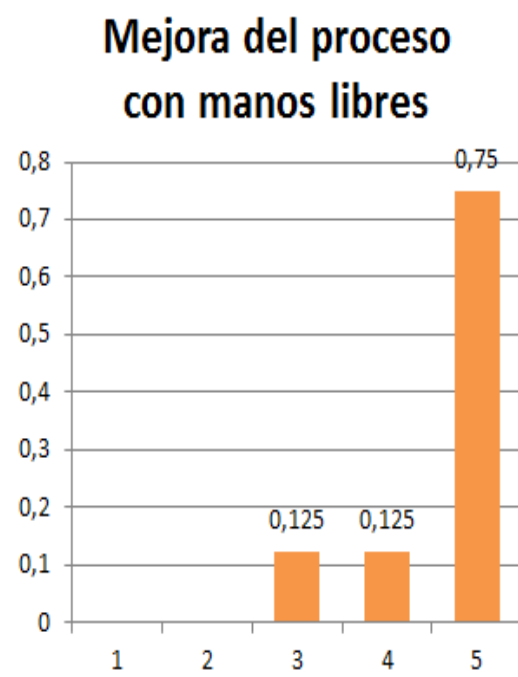
Pregunta 1



Pregunta 2

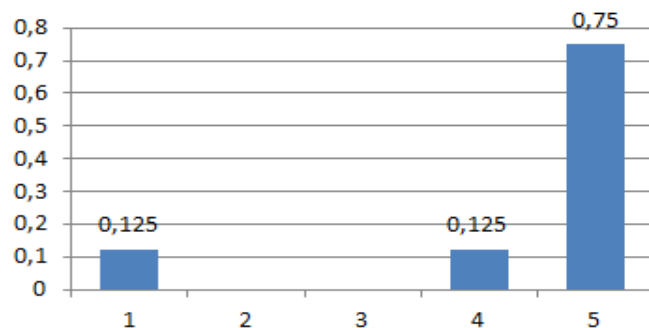


Pregunta 3

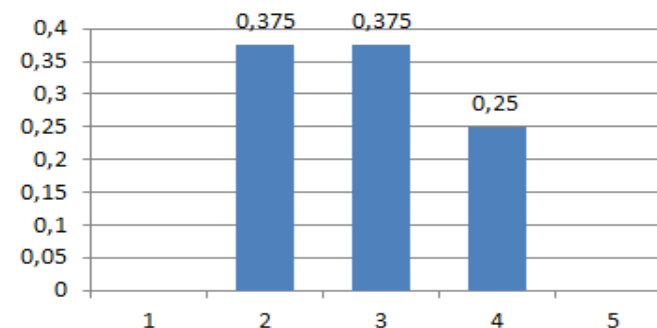


Pregunta 4

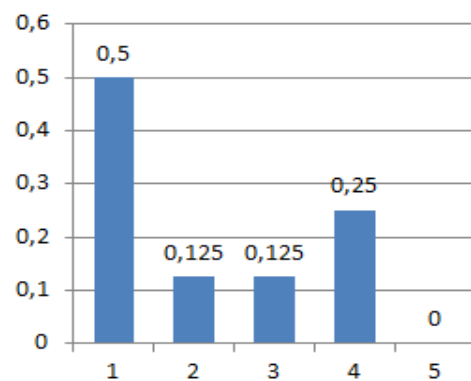
Preparación de la orden



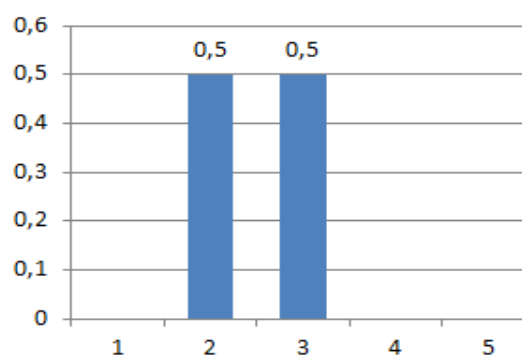
Recorrido a ubicaciones



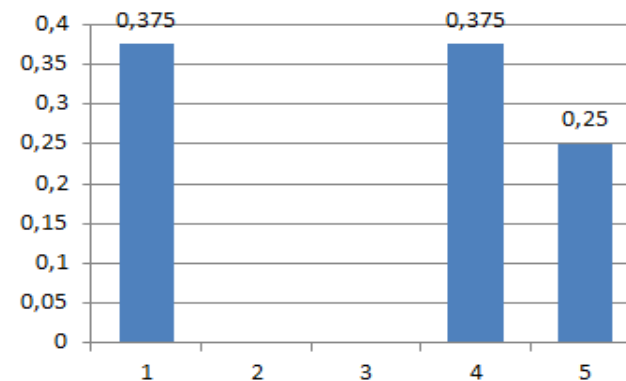
Extracción de artículos



Desplazamientos entre ubicaciones



Recorrido hasta el final



Pregunta 5

Algunos comentarios recogidos fueron los siguientes:

“Llevar las dos manos libres; llevar conexión directa a la radiofrecuencia para identificar al cliente (impresora de etiquetas en vez de a mano)”

“Impresora portátil para facilitar la identificación del cliente; llevar las manos libres”

“Tener las manos libres”

“Ineficiencias: tener las dos manos ocupadas; en ocasiones la carga de picking tarda bastante”

“La carga del picking en el terminal en ocasiones es larga”

“El que no te bloqueen cuando estás haciendo una entrega”

“Que el dispositivo fuese más ligero”

